

Jukka Palovaara

OSAO HAUKIPUTAAN MAARAKENNUSALAN HARJOITUSALUEEN KEHITTÄMINEN

OSAO HAUKIPUTAAN MAARAKENNUSALAN HARJOITUSALUEEN KEHITTÄMINEN

Jukka Palovaara
Opinnäytetyö
Syksy 2022
Rakennusprojektin tehokas johtaminen
tutkinto-ohjelma (ylempi AMK)
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennusprojektin tehokas johtaminen, tekniikan ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Tekijä: Jukka Palovaara
Opinnäytetyön nimi: OSAO Haukiputaan maarakennusalan harjoitusalueen kehittäminen
Työn ohjaajat Jarmo Erho / OAMK, Kai Härkönen / OSAO
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksyllä 2022 Sivumäärä: 56 + 9 liitettä

Opinnäytetyön aiheena on kehittää erilaisia suunnitelma-aihoita Koulutuskuntayhtymä OSAOn Haukiputaan yksikön maarakennusalan harjoittelukenttää varten. Opinnäytetyön tavoitteena on löytää sellainen suunnitelma-aiho, joka vastaisi maarakennusalan nykyisiin ja tulevaisuuden tarpeisiin ja joka olisi toteutettavissa ammattiopiston omalla työllä, eli käytännössä opiskelijavoimin. Erilaisia suunnitelmaideoita opinnäytetyön kirjoittaja kehitti useita, joista valikoitui tähän opinnäytetyöhön neljä kappaletta.

Harjoitusalueelle on vuosien saatossa tuotu ammattiopiston työmailta ylijäämämaita, joita on hyödynnetty maarakennuskoneiden käytön harjoittelussa. Maa-ainekset ovat olleet sekalaatuisia, jolloin niiden ominaisuudet eivät ole vastanneet harjoittelun vaatimuksia.

Opinnäytetyön tarjouslaskennan osio perustuu hyvin pitkälti kirjoittajan omaan empiiriseen tietoon tarjouslaskennasta, tarjousprosessin etenemisestä, sekä se vaiheista. Tähän osioon liittyy liitteenä oleva taulukkolaskentapohja, johon on laskettu vaihtoehto numero yhden (VE1) kustannuksia.

Opinnäytetyön toteutustapana käytetään konstruktivistista tutkimusta, jonka tavoitteena on laatia harjoitusalueen käytöstä suunnitelmaluonnos, joka vastaisi maarakennusalan koulutuksellisiin tarpeisiin nyt ja tulevaisuudessa ja loisi olosuhteet ympärivuotiselle harjoittelulle.

Suunnitelma vaihtoehto numero yksi (VE1) on suunnitelmaehdotuksista potentiaalisin vaihtoehto, joka vastaa myös maarakennusalan digitalisaation vaatimukseen opetuksellisesta näkökulmasta. Harjoitusalueen kehittäminen ja rakentaminen on maarakennusalan koulutuksen kehittämisen ja alan digitalisaatiotrendin vuoksi ensiarvoisen tärkeää toteuttaa seuraavien viiden vuoden kuluessa.

Asiasanat: Maarakennus, maarakennuskoneet, harjoitusalue, ammatillinen koulutus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Program in Effective Management of Construction, Master of Engineering

Author: Jukka Palovaara

Title of thesis: Development of the earth construction field

Supervisors: Jarmo Erho / OAMK, Kai Härkönen / OSAO

Term and year when the thesis was submitted: 10/2022

Number of pages: 56 + 9 appendices

The training field for the earth construction machines training program of Oulu region's vocational college, i.e. OSAO's Haukipudas unit, is located in the backyard of the school property. Over the years, several thousand cubic meters of surplus soil from the school's construction sites have been brought to the training area, some of it is usable aggregate soil, some is mostly soil suitable for potting. Surplus soils have been used for training in the use of earth-moving machines, but the problem has been that the soils driven into the area have mixed over the years and formed a mixed soil that does not really meet the requirements of training in the use of machines, because the soils are disturbed very strongly when they become waterlogged. On the other hand, when it dries, the soil becomes very dusty during cultivation, and correspondingly, when it freezes, the soil becomes so hard that the school's earth-building machines cannot penetrate the frozen cover. The mixed soil species in the area is therefore in a workable condition only when the ground is suitably moist, i.e. practically only in the summer months, when the area is not used.

The civil engineering and infrastructure sector is rapidly moving towards the era of digitization and automation, when even the smallest construction site plans are in digital form. The cooperation project between OSAO and the University of Oulu in the development of an autonomous excavator supports this transition. Digitality can be seen in the work of the drivers of construction machinery, as a display terminal is installed in the cabin of the construction machinery, from which you can see the site plans, the location of the machine and the machine's work equipment in the work area, as well as the interfaces of structures or trenches.

Constructive research is used as the implementation method of the thesis, the goal of which is to prepare a plan proposal for the use of the training area that would meet the future needs of the civil engineering industry and create conditions for year-round training.

Keywords: Earth construction, earth construction machinery, training area, vocational training

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	MAARAKENNUSALAN HARJOITUSKENTÄN NYKYISYYS JA TULEVAISUUS.....	10
2.1	Harjoitusalueen nykytila.....	10
2.2	Alue opetuskäytössä	14
2.3	Maarakennusalan tulevaisuuden harjoittelualue eli hiekkalaatikkomalli	16
2.3.1	Harjoitusalueelle yhteneväiset maaperäolosuhteet.....	17
2.3.2	Harjoituskentän vesitalouden hallinta.....	18
2.3.3	Lisäaineet.....	20
2.3.4	Täyttömateriaali	21
3	ALUEEN KÄYTTÖ.....	22
3.1	Nykyiset harjoittelualueen materiaalit	22
3.2	Alueen hyödyntäminen opetus- ja koulutustoiminnassa	25
3.3	Opetushenkilöstölle suunnattu kysely alueen käytöstä.....	27
4	HARJOITUSALUEEN SUUNNITELMAVAIHTOEHDOT	30
4.1	Vaihtoehto 0 (Ve0)	30
4.2	Vaihtoehto 1 (Ve1)	31
4.3	Vaihtoehto 2 (Ve2)	33
4.4	Vaihtoehto 3 (Ve3)	34
5	HANKKEEN KUSTANNUSTEN SELVITTÄMINEN TARJOUSLASKENNAN AVULLA.....	35
5.1	Tarjouslaskennan teoriaa	35
5.2	Ali- ja ylijäämäiset toimijat	40
5.3	Resurssi- ja kapasiteettipohjainen tarjouslaskenta.....	41
6	HANKINNAT JULKISESSA ORGANISAATIOSSA	46
6.1	Hankintapolitiikka julkisessa organisaatiossa	46
6.2	Hankintapolitiikan yhteys julkisen organisaation strategiaan	47
6.3	Vastuullisuuden merkitys hankinnoissa julkisella puolella	51
6.4	Hankintatoimen kehittäminen strategisen ajattelun pohjalta julkisissa organisaatioissa	52
6.4.1	Mitä ostamme, minkälaisilta markkinoilta ja minkälaisilta toimittajilta?.....	52
6.4.2	Miten hyödynnämme toimittajamarkkinoiden mahdollisuuksia?.....	53
7	YHTEENVETO	55

LÄHTEET.....	57
LIITTEET	60

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön kohteena on Koulutuskuntayhtymä OSAOn Haukiputaan yksikön maarakennusalan harjoitusalue. Harjoitusalueella opiskellaan ja harjoitellaan kaikkia niitä taitoja ja tietoja, mitä maarakennusallalla toimivan maarakennuskoneenkuljettajan tulee työelämässä tietää ja hallita. Näitä tietoja ja taitoja ovat muun muassa maarakennuskoneiden päivittäiset tarkastukset, työkalujen vaihdot, koneiden turvallinen käyttäminen, koneilla tapahtuva maa-, kivi- ja betonikiviainesrakenneiden rakentaminen, erilaisten mittauslaitteiden käyttö sekä alalla yleisimpien materiaalien tuntemus (Opetushallitus 2020).

Työskentelen OSAOlla maarakennusalan tuntiopettajana. Pääasiallisena opetuspaikkana sekä näin ollen työskentelytilana on toiminut maarakennusalan harjoituskenttä vuoden 2019 marras-kuusta lähtien, joten alue ja alueella tapahtuvat toiminnot sekä toiminnalliset puutteet ovat tulleet hyvinkin tutuiksi. Suurimpina haittoina ovat olleet suuret katvealueet, joita ovat luoneet alueella olevat suuret maakasat, sekä näiden maakasojen maa-ainesten laatu.

Harjoitusalueelle on vuosien saatossa tuotu koulun työmailta ylijäämämaita useita tuhansia kuuti-
oita. Tuodut maa-ainekset ovat olleet hyvin sekalaista maata, suurimmaksi osaksi hyvin hienoai-
nespitoista ja orgaanista maa-ainesta, jonka sekaan on sekoittunut myös kiviainespohjaisia maa-
aineksia, betonia sekä tiilijätettä. Keväällä 2021 osa tästä maa-aineksesta kuljetettiin alueelta pois,
jolloin vapautuneelle alueelle rakennettiin Taitaja-kisoja varten tasaista hiekkakenttää. Alueelle jä-
tettiin kuitenkin vielä äänivallina toimiva kasa maata, jossa on eri arvioiden mukaan pois vietäviä
maita noin 3000 – 4000 m³tr.

Maarakennusalan käytössä on ollut koulun kiinteistön takapihalla käytössään noin 3,2 hehtaarin
kokoinen maa-alue. Alueesta osa on ollut koneiden pysäköintialuetta, osa varastoaluetta, osa ties-
töä ja osa metsää, mutta alueella on pinta-alan puolesta voitu harjoitella niin maarakennuskoneiden
käyttöä, liikennealueiden hoitoa kuin kuorma-autoilla ajoa ilman, että koneiden turva-alueella olisi
muita koneita. Alueen uudelleen järjestelyiden vuoksi alueelta lohkottiin muille koulutusaloille alu-
eita ja alue aidattiin siten, että osa alueesta muuntui huoltoon menevien koneiden parkkipaikaksi.
Harjoitusalueelle valmistui vuoden 2021 lopulla konehalli maarakennuskoneita varten. Konehalli
yhdessä Oulun kaupungin lunastaman metsäisen maa-alueen kanssa on pienentänyt käytettävissä

olevaa harjoitusalueetta hyvinkin radikaalisti 3,2 hehtaarista noin 1,2 hehtaariin. Yhdessä pienentyvän alueen kanssa maarakennusalan digitalisoituminen, alan opiskelijamäärien kasvu ja työkonekannan suurentuminen aiheuttavat jäljelle jäävälle alueelle hyvinkin suuria toiminnallisia haasteita. Kuinka suhteellisen pienelle alueelle saadaan sovittua kaikki alan nykyiset ja tulevaisuudessa tarvittavat toiminnot, opiskelijat sekä opettajat siten, että alueella tapahtuva opettaminen ja oppiminen olisi mahdollisimman turvallista?

Alueen käyttö keskittyy siis lähinnä maarakennusalan opiskelijoiden työkoneiden käytön harjoitteluun eli erilaisten kaivantotyyppien, maarakenteiden, kiveyksien sekä muiden rakenteiden rakentamiseen, mittalaitteiden käytön harjoittelua unohtamatta. Lisämausteen alueen käytölle tuovat luonnolliset kausivaihtelut, jotka aiheuttavat välillä alueella olevien maa-ainesten häiriintymisen, pölyämisen sekä jäätyminen.

Materiaalitietous liittyy hyvin oleellisesti maarakennuskoneen kuljettajan arkeen. Maarakennuskoneenkuljettajan on tiedettävä, kuinka yleisimmät maa-ainekset käyttäytyvät normaaleissa olosuhteissa, silloin kun ne ovat helposti työstettävissä. Sen lisäksi on tiedettävä, miten ne käyttäytyvät kuivissa ja märissä olosuhteissa, kuten silloin, kun maa-ainekset ovat sijoittuneena pohjavesipinnan alapuolella. On hyvin tyypillistä, että vesijohtokaivantoa kaivettaessa kaivantoon suotautuu kaivannon pohjalta tai seiniltä pohjavettä. Tilanteissa, joissa pohjavettä suotautuu kaivannon seinämiltä, on maarakennuskoneenkuljettajan osattava lukea kaivannon seinämiltä sortuman ennakkomerkkejä, eli on osattava huomioida seinämien halkeilut sekä pohjaveden suotautumisesta aiheutuvat eroosioauriot. Eroosioauriot saattavat johtaa kaivannon seinämän sortumiseen ja pahimmillaan peittää kaivannossa työskentelevät joko kokonaan tai osittain.

Järvisen (2017) mukaan maarakennusalalla on juhlapuheissa ja puheenvuoroissa puhuttu digitalisaatiosta ja siitä, kuinka se tulee olemaan työmailla vaatimuksena. Sellaisissa yrityksissä, joissa asiaan on kiinnitetty huomiota, on koettu, että digitaalisuus on enemmän pakko, kuin vapaaehtoisuuteen perustuva tärkeä teko. Harvassa pienemmässä yrityksessä on ollut tietoa siitä, mitä digitalisaatio tarkoittaa juuri heille ja heidän työntekijöilleen. Osaltaan tähän kysymykseen vastaa maarakennuskoneiden 3D-ohjaus -niminen tutkinnon osa. Tutkinnon osassa annetaan perustietämys 3D-järjestelmistä sekä niiden käytöstä ja hyödyistä koneenkuljettajan näkökulmasta (OPH-4980-2021).

Mitä koneohjaus on?

Suomalaisen Novatron-koneautomaatiojärjestelmiä valmistavan yrityksen mukaan koneohjaus tuo rakentamiseen tehokkuutta ja tarkkuutta. Parantunut tarkkuus johtaa tasalaatuisempaan työtulokseen. Lisäksi järjestelmä parantaa kuljettajan työturvallisuutta, sillä koneohjausmallien tarke-mittausominaisuus mahdollistaa mittausten tekemisen ohjaamosta käsin. Nämä työmaa-automaatiojärjestelmät tai toiselta nimeltään koneohjausmallit tuovat rakennussuunnitelmat ja toteutumatiidot suoraan koneenkuljettajan näköpiiriin näyttölaitteen kautta. Näiden järjestelmien käyttäminen ja tunteminen perustasolla on tulevaisuuden maarakennuskoneenkuljettajan perusedellytys, sillä tulevaisuudessa harvassa ovat ne työmaat, joiden suunnitelmat ovat täysin analogisessa muodossa. Näiden järjestelmien käyttö ja niiden hyödyntäminen korostuu tulevaisuuden työmailla hyvinkin voimakkaasti. (Novatron 2022.)

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Koulutuskuntayhtymä OSAO, Haukiputaan maarakennusalan yksikkö. Koulutuskuntayhtymän omistavat kahdeksan Oulun ympäryskuntaa. Muita omistajia Oulun lisäksi ovat Hailuoto, Ii, Kempele, Liminka, Lumijoki, Muhos ja Tyrnävä. Oulu on suurin omistaja, ja OSAOn kotipaikkana toimii Kaukovainiolla sijaitseva kampus. Koulutuskuntayhtymän tehtävänä on järjestää jäsenkuntiensa puolesta opetus- ja kulttuuriministeriön lain (Laki ammatillisesta koulutuksesta 531/2017) tarkoittamaa ammatillista koulutusta ja alueellista liikunnan koulutuskeskusta ammatillista koulutusta. (Koulutuskuntayhtymä OSAO 2021.)

Opinnäytetyössä pyritään löytämään sellaiset kehityssuunnitelmaluonnokset ja kehitysideat, jotka vastaisivat mahdollisimman hyvin digitalisaation murrosvaiheessa olevan maarakennusalan koulutuksen tulevaisuuden haasteisiin opiskelijoiden sekä henkilökunnan työturvallisuutta unohtamatta. Tärkeimmät kysymykset, joihin pyritään tässä opinnäytetyössä löytämään vastaukset, ovat: Millainen harjoittelualue tulisi olla, että siellä voisi harjoitella kaikkia maarakennuskoneen käyttöön tarvittavia taitoja? Millaisia alueelle rakennettavien rakenteiden tulisi olla, että ne tukisivat osaltaan digitalisaatiota sekä olisivat sellaisia, että alueella tapahtuva oppiminen sekä opettaminen olisi mahdollisimman turvallista?

2 MAARAKENNUSALAN HARJOITUSKENTÄN NYKYISYYS JA TULEVAISUUS

2.1 Harjoitusalueen nykytila

Nykyisellään aluetta (kuva 1) hallitsee sen kaakkoislaidalla sijaitseva noin 140 metriä pitkä ja noin 10 metriä leveä meluvallin virkaa toimittava maavalli. Meluvallin ja alueen luoteisreunalla sijaitsevan konekatoksen välissä on hiekkapintainen kenttä (kuva 3 ja 4), jossa voidaan harjoitella koneiden käyttöönottotarkastuksia, koneilla liikkumista, erilaisten murskerakenteiden rakentamista sekä talvella lumen auraamista ja liukkauden torjuntaa. Suunnitellun harjoitusalueen ulkopuolella on ollut käyttö- ja harjoituskelpoista tiestöä sekä pinta-alaa, jossa on voitu harjoitella muun muassa rumpujen asennuksia sekä teiden yleistä kunnossapitoa. Kaupunki lunasti maan itselleen, jolloin harjoitusalueen koko lähes puolittui.



KUVA 1. Alueen ilmakuva keväältä 2020. (Maanmittauslaitos 2020)



KUVA 2. Maarakennusalan harjoittelualue tilannekuva syksyiltä 2021. Etualalla rakenteilla oleva 3D-kenttä. Kuvassa vasemmalla alueen luoteisreunalla sijaitseva konekatos. Konekatoksen oikeilla puolella sijaitsee polttonesteen jakelupiste. 3D-kentän kulmaan on rakennettu aluetta palveleva kiinteä mittauspiste. (Palovaara 2021)

Alueen koillispuolella meluvallin ja hiekkakentän rajaamalle alueelle on rakennettu niin sanottu 3D-kenttä (kuva 2), jossa nimensä mukaisesti voidaan harjoitella matalien kaivantojen kaivamista koneohjauksella hyödyntäen. Tälle 3D-kentälle on ajettu noin metrin kerros hiekkaa, joten kovin syviä kaivantoja kentällä ei voida toistaiseksi tehdä. Alue on rajattu muusta harjoittelualueesta maavalleilla, jotka samalla toimivat luonnollisina esteinä, joilla estetään alueelle ajettun hiekan siirtymisen muualle. 3D-kenttä on lisäksi salaojitettu, mikä vähentää varsinkin keväällä alueen liettymistä.



KUVA 3. Yleisnäkymää harjoittelualueelle. Vasemmalla alueen kaakkoisrajalla sijaitseva maavalli. Oikealla puolella 3D-kenttä, konekalustoa parkissa, polttoaineasema sekä rakenteilla oleva konekatos. Edessä keskellä ja taaempänä vasemmalla näkyy erilaisia murskelaatuja kasoissa. (Palovaara 2021)



KUVA 4. Vasemmalla alueen luoteisrajalla oleva konekatos, edessä keskellä hiekkapintainen harjoittelualue ja oikealla kuvassa alueen kaakkoisrajalla oleva maavalli. Hiekkakentällä voidaan harjoitella koneiden perustyöliikkeitä, koneiden siirtoja sekä erilaisten murskerakenteiden rakentamisharjoituksia. Hiekan syvyys kentällä on noin 30 cm. (Palovaara 2021)



KUVA 5. Maarakennuskoneiden käytön harjoittelua talvisissa olosuhteissa. Lumi on erinomainen maa-ainesten korvike silloin, kun sulaa maata ei ole tarjolla. Lumella voidaan harjoitella erilaisten rakenteiden mittatarkkaa rakentamista, harjoitella lastaamista, vaakakoneiden käytön harjoittelua. Mittatarkkojen rakenteiden rakentamisessa harjoitellaan yhtäaikaaisesti muun muassa koneiden käyttöä, mittalaitteiden käyttöä, korkopisteen siirtoa ja tiimityöskentelyä. (Palovaara 2022)

Talviaikainen (kuva 5) maarakennuskoneidenkäytön harjoittelu painottuu lumella tehtävien rakenteiden tekemiseen, perustyöliikkeiden harjaannuttamiseen sekä talvikunnossapidon harjoitteluun. Maarakennuskonekaluston lisäksi ammattiopistolta löytyvät pyöräkoneisiin liitettävien aurojen lisäksi hiekoitin, harjakone sekä Volvon kuorma-auto, joka on varustettu tienhoitovarustuksella, eli siinä on alusterä sekä aurapuskuri auran kiinnitystä varten. Opiskelijat, jotka valitsevat talvikunnossapidon tutkinnon osan, voivat harjoitella alueaurausta ammattiopiston alueella sekä ammattiopiston välittömässä läheisyydessä olevan sorapintaisen tien talvikunnossapitoa.



KUVA 6. Harjoittelualueella betonisen reunakiven asennusharjoituksia. (Palovaara 2021)

Harjoitusalueella on muutamalla kasalla erilaisia murskelaatuja, joita voidaan hyödyntää hiekkakentällä (kuva 6) muun muassa erilaisten kiveysten alapuolisten rakenteiden sekä tie- ja katurakenteiden rakentamiseen. Alueella voidaan nykyisellään harjoitella melko monipuolisesti koneiden käyttöä, mutta alueen selkeät puutteet puhuvat alueen uudistamisen puolesta.

2.2 Alue opetuskäytössä

Harjoitusalueen nykytila ei siis vastaa niitä vaatimuksia, joita maarakennusalan koulutus vaatii, eikä myöskään siten vastaa työelämän nykyhetken eikä tulevaisuuden vaatimuksiin (Opetushallitus 2021). Opinnäytetyön tavoitteena on luoda alueesta toteutuskelpoinen suunnitteluluonnos, jonka avulla voidaan alueesta muokata sellainen, jossa voidaan opiskella ja harjoitella maarakennuskoneiden käyttöä läpi vuoden suhteellisen vakaissa, ennustettavissa ja turvallisissa olosuhteissa, eli luoda alueesta mahdollisimmin toimiva ja helposti muuteltavissa oleva oppimisympäristö. Hyvän oppimisympäristön kriteerit tässä tapauksessa ovat sellaiset olosuhteet, jotka ovat muokattavissa moneen erilaiseen käyttötarkoitukseen ja muotoon. Esimerkiksi osa alueesta voidaan jossain vaiheessa muuttaa merikontteja hyödyntäen kaupunkimaiseksi ympäristöksi, jossa kontit toimivat rakennuksina, jolloin näiden ”rakennusten” välissä voidaan harjoitella talvikunnossapitoa tai simuloida vesihuoltoverkoston rakentamista kaupunkimaisessa, ahtaassa ympäristössä.

Kun alueen käyttöä eivät rajoita alapuoliset rakenteet, esimerkiksi kaivusyvyyksien muodossa, voidaan alueen pinta-alasta hyödyntää jokainen neliömetri, jolloin jokaiselle neliölle voidaan laatia jokin harjoite ja siirtää sitä tarvittaessa toisaalle. Korkea muokattavuuden aste mahdollistaa esimerkiksi työmaa-automaatiojärjestelmien käytön harjoittelun hallituissa olosuhteissa, oikeilla maa-aineksilla ympäri vuoden. Maarakennusalan suosion kasvaessa opiskelijoille tulee tarjota harjoittelualue, jossa on yhtäläiset maaperäolosuhteet harjoitteluun, riippumatta siitä, mihin kohti aluetta koneen sijoittaa. Kun harjoitusalueen pohjamaat ovat homogeeniset, voidaan alueella harjoitella usealla koneella samoja koneohjausmallipohjaisten rakenteiden ja kaivantojen rakentamista. Maarakennuskoneenkuljettajan koulutusalan suosion kasvu näyttäytyy opettajien arjessa yhä suurempina ryhmäkokoina sekä koulutusalan opettajakunnan lukumääräisenä kasvuna. Tästä syystä alue, jonka käyttö on helppoa ja turvallista, on niin henkilökunnan kuin opiskelijoidenkin etu.

OSAolla on maarakennuskonesimulaattoreita, joilla on mahdollista opetella koneohjausmallipohjaista rakentamista. Suurena puutteena on ollut, ettei simulaattoreiden malleja ole voinut siirtää harjoituskentälle ja eivätkä opiskelijat ole olleet kovinkaan innostuneita opettelemaan simulaattoreilla 3D-järjestelmiä, sillä kynnys siirtyä oikeiden koneiden parista takaisin simulaattoreiden pariin on yllättävän suuri. Simulaattoreita ollaan syksyllä 2022 päivittämässä, joten asia voi vielä muuttua. Juurikin koneohjausmallipohjaista rakentamista on ollut varsin hankalaa opettaa opistolla, sillä se vaatii opiskelijoilta vähintäänkin yhtä paljon koneaikaa kuin itse varsinaisten työkoneiden ajon harjoittelu; alueelle rakennetulla pienellä 3D-kentällä voidaan harjoitella vain kahdella tai kolmella koneella yhtä aikaa. Kahdella tai kolmella koneella voi harjoitella vain muutama opiskelija kerrallaan, sillä koneohjausmallit käyttöjärjestelmineen ovat kiinteästi koneen ohjaamossa, jolloin opetusta ja ohjausta saa käytännössä vain se opiskelija, joka istuu koneen ohjaamossa. Tarvetta laajemmalle harjoittelualueelle siis on, sillä suurin osa aloittaneista maarakennuskoneenkuljettajaopiskelijoista ottaa valinnaiseksi aineeksi maarakennuskoneiden 3D-ohjauksen.

Kun alueen muiden toimintojen tarvitsema pinta-ala otetaan huomioon, kuten konekatos, taukotupa, polttoaineasema, kuorma-autojen vaihtolavakaluston sekä työkoneiden työkalujen säilytysalue, jää uudelle harjoittelualueelle hyödynnettävää pinta-alaa noin 5000 m². Alueelle mahtuisi tuolloin työpainoltaan 25–28 tonnin kaivinkoneita turvallisesti harjoittelemaan kaivuu- tai täyttötöitä seitsemän kappaletta. Tämän painoluokan työkoneiden suojaetäisyys on noin 15 m, jolloin yhden koneen vaatima pinta-ala on noin 700 m². Vastaavasti pienempiä 5–8 tonniluokan kaivinkoneita, niiden turvaetäisyydet huomioon ottaen, alueelle mahtuisi noin 30 yhtäaikaaisesti harjoittelemaan koneen käyttöä tai tekemään jopa samaa harjoitusta.

Alueella yhtä aikaa työskentelevien koneiden lukumäärää rajoittaa muun muassa Valtioneuvoston asetus rakennustyönturvallisuudesta 26.3.2009/205, 7 Luku, Työturvallisuus maa- ja vesirakennustyössä 35§ Maarakennuskoneiden vaara-alue:

”Maarakennuskoneiden työalueella on huolehdittava siitä, ettei henkilöitä ole vaaranalaisissa paikoissa. Peruuttavien ajoneuvojen aiheuttama vaara on sopivalla tavalla torjuttava. Tarvittaessa on käytettävä peruutushälyttimiä, sopivia kieltotauluja, aitauksia ja muita turvalaitteita tai keskeytettävä koneen käyttö vaara-alueella. Kuljettajan on poistuessaan koneen ohjaamosta varmistettava, etteivät kone tai sen laitteet aiheuta tapaturman vaaraa.

Ajoneuvot, maarakennuskoneet sekä nosto- ja muut laitteet on sijoitettava turvallisen etäisyyden päähän kaivannon reunasta huomioon ottaen maan laatu ja kaivannon syvyys. Liikenne on ohjattava riittävän kauaksi kaivannon reunasta sopivin ohjauspuomein ja estein.

Käytettäessä kaivinkonetta tai kaivuria viemäriputken tai muun elementin asentamiseen kaivutyön yhteydessä on erityisesti huolehdittava siitä, ettei vaarallisissa paikoissa ole henkilöitä ja että laite on varustettu luotettavalla nostokoukulla. Kaivinkoneen suurin sallittu kuorma nostotyössä on määritettävä luotettavasti.

Maarakennuskoneiden kuljettajille sekä muille työntekijöille on annettava erityistä opetusta ja ohjausta maarakennuskoneiden aiheuttamista vaaratekijöistä ja niiden torjumisesta.”
(Valtioneuvoston asetus rakennustyönturvallisuudesta 26.3.2009/205)

Toinen laki, joka rajoittaa koneiden lukumäärää on Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738, 5 luku, 41§
Koneiden, työvälineiden ja muiden laitteiden käyttö:

”Pääsyä koneen tai työvälineen vaara-alueelle on rajoitettava niiden rakenteen, sijoituksen, suojusten tai turvalaitteiden avulla tai muulla sopivalla tavalla” (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738)

2.3 Maarakennusalan tulevaisuuden harjoittelualue eli hiekkalaatikkomalli

Turvalliset, ennakoitavat ja hallitut olosuhteet maarakennusalan opiskelua ja harjoittelua varten saadaan luotua alueelle siten, että rakennetaan harjoittelua varten suuri ”hiekkalaatikko”. Tässä hiekkalaatikkomallissa varsinaisen laatikon sijaan alueelle tehdään 2,5–3,0 metriä syvä massanvaihto, jossa perusmaat vaihdetaan sellaisiin routimattomiin kivennäismaa-aineksiin, joiden tiedetään olevan ensinnäkin yleisesti saatavilla. Massanvaihtoon käytettävien maa-ainesten ominaisuu-

det tunnetaan niin optimaalisissa olosuhteissa kuin silloin, kun ne ovat vettyneessä tilassa pohjavesipinnan alapuolella. Tällaisia soveltuvia maa-aineksia ovat sellaiset kivennäismaalajit, joiden hienoainespitoisuus on pieni, eli muun muassa tierakenteen suodatinkerrokseen kelpaava hiekka, heikompilaatuinen eikä täten suodatinkerrokseen kelpaava kivinen hiekka sekä sora- ja hiekkamoreeni. (Geologian tutkimuslaitos)

2.3.1 Harjoitusalueelle yhteneväiset maaperäolosuhteet

Yhtäläiset maaperäolosuhteet saadaan, kun harjoittelualueelle suoritetaan 2,5–3,0 metriä syvä massanvaihto, jolloin alkuperäiset maa-ainekset korvataan jo aiemmin mainitulla kivennäismaalajeilla. Kun koko alueella on jotakuinkin yhteneväiset maaperäolosuhteet, voidaan harjoitusalueen jokaisella neliometrillä tehdä samanlaisia kaivanto- ja täyttöharjoituksia, jolloin alue on tehokkaassa käytössä (liite 4, 5). Empiiristen havaintojen perusteella voi sanoa, että maarakennustyömaiden yleisimmät kaivinkoneiden kokoluokat ovat 22–35 tonnin luokissa, joten on perusteltua, että tätä kokoluokkaa olevat kaivinkoneet tulevat olemaan yleisimpiä myös OSAOlla. Tämä kokoluokka on sellainen, joka kykenee kaivamaan vesijohdot routarajan alapuolelle eli 2,3–2,5 metrin syvyyteen. Maarakennuskoneenkuljettajan on tärkeää ymmärtää ne riskit, joita tämän syvyyseen kaivantoon liittyy. Siksi harjoitusalueen massanvaihto (liite 5,6,7) tulee ulottaa 2,5–3,0 m syvyyteen asti, jotta voidaan in situ -menetelmällä näyttää opiskelijoille, miten turvallinen kaivanto rakennetaan, kuinka sitä voidaan tukea ja kuinka nopeasti kaivanto voi sortua sekä millaisista ennakkomerkeistä kaivannon seinämien sortuminen voidaan havaita ennalta. Lisäksi opiskelijoille voidaan näyttää, kuinka helposti jyrkkäreunainen kaivanto sortuu, jos kaivuumassat läjittää liian lähelle kaivannon reunaa.

Massanvaihdon yhteydessä syntyneen kaivannon reuna salaojitetaan ulkopuolelta (liite 8). Salaojittamisella estetään ulkopuolisten hulevesien pääsy harjoitusalueelle. Kaivannon pohja muotoillaan reunoille viettäväksi ja kaivannon reunoille kaivetaan matala painauma salaojaa varten (liite 5,6,7). Toisin kuin normaaliin salaojaan, kaivettuun ojaan ei asenneta salaojaputkea, vaan pelkästään karkea salaojasepeli tai pienlouhe, koska harjoitusalueen käyttäjät saattavat rikkoa salaojaputket tahtomattaan. Salaojasepelinä voidaan käyttää normaalia salaojasepeliä, mutta sepeli olisi hyvä peittää pienoislouheella tai vaihtoehtoisesti tehdä koko kerros pienlouheesta.

Kaivannon kulmiin asennetaan betonirakenteiset kaivot (liite 8), joilla kaivannon vesitaloutta voidaan hallita. Kaivon alapuolinen rakenne sekä kaivon ympärystäyttö tulee olla samaa salaojasepeliä, kuin kaivannon pohjan salaojittavan kerroksen täyttö. Kaivojen alaosan betonirenkaat tulee rei'ittää. Kaivojen tarkempi rakenne on osoitettu suunnitelmaluonnoksissa. Kaivanto täytetään ja tiivistetään kerroksittain esimerkiksi routimattomalla hiekalla, sora-, hiekkamoreenilla, karkealla soralla tai vastaavilla kivennäismaa-aineksilla, mutta tärkeintä on, että maa-aines ei sisällä hienoainesta. Harjoitusalueen rakentaminen voidaan tehdä sektoreittain, useammassa osassa, esimerkiksi seuraavan viiden vuoden aikana.

2.3.2 Harjoituskentän vesitalouden hallinta

Sateisina aikoina kaivannon vesitaloutta hallitaan kaivoihin sijoitettavilla oppopumpuilla, jotka voidaan varustaa siten, että ne toimivat automaattisesti erikseen valitun vesitilavuuden täytyttyä tai täysin manuaalisesti käytettävillä oppopumpuilla. Kuivatuskaivon periaatesuunnitelma löytyy liitteestä 8. Alueen käytön huomioon ottaen olisi suositeltavaa, että vedet johdettaisiin keskitetysti öljynerotusjärjestelmän kautta kuivatusojaan. Vesitaloutta hallitsemalla pidetään huoli siitä, ettei kaivannon vesitalous muutu liian vaaralliseksi, eli kaivantoon ajetut massat eivät pääse liiaksi vetymään, jolloin on vaarana, että ne pääsevät häiriintymään kaivuuharjoitusten aikana hallitsemattomasti. Vastaavasti kuivina aikoina alueen pölyämistä voidaan hillitä kaivoista saatavalla vedellä, pölyn sidontaa voidaan tehostaa formiaateilla tai suolalla. Kun alueen vesitaloutta voidaan hallita, voidaan pohjavesipinta pitää vakiona, jolloin erilaisten kaivannon kaivuuharjoitusten aikana voidaan opiskelijoille osoittaa hyvin konkreettisesti pohjaveden aiheuttamat ongelmat kaivannoissa. Alueella oleva perusmaa on kivistä moreenia, joten on todennäköistä, ettei kaivannon kuivatus aiheuta alueen ulkopuolella pohjaveden tason laskua. Alueen pohjaveden käyttäytymistä voidaan seurata pohjavesiputkien avulla. Nykyisellään, taukotuvan kohdilla, maanpinta laskeutuu kohti luodetta, jolloin on todennäköistä, että osa hiekkalaatikon reunasta pitää pengertää. Penger voi sateisina aikoina toimia padottavana rakenteena, jolloin sen rakenne pitää erikseen suunnitella, ettei penkereen vakavuus ei vaarannu. Kun nostetaan myös loppualue samaan korkeusasemaan konekatoksen edustan kanssa, ei penkerettä tarvitse rakentaa.

Valmiina harjoittelualue näyttäytyy tasaisena hiekka- ja murskekenttänä, jonka nurkissa ja pitkillä sivuilla sijaitsevat salaoja-, kuivatuskaivot sekä 3–4 kpl valomastoja reunoilla antamassa valoa harjoitusalueelle. Päivittäisessä toiminnassa eräs tärkeimmistä harjoituskentän ideoista on, että tälle

tasaiselle kentälle voidaan antaa jokin jokaisen alueella työskentelevän opettajan tietämä nollakorko (esimerkiksi +21.00). Tähän nollakorkoon voidaan sitoa alueelle erikseen tehtävät työmaa-automaatiojärjestelmän 3D-mallit. Kun on olemassa kaikkien tietämä perusasetuksellinen nollakorko, voidaan työpäivän tai -viikon päättyessä harjoittelukenttä tasoittaa takaisin alkuperäiseen nollakorkoon, jolloin seuraavalla viikolla alueelle saapuvat opiskelijat pääsevät harjoittelemaan samanlaisissa olosuhteissa kuin aikaisemminkin.

Tarpeeksi syvä ja tilavuudeltaan riittävä hiekkalaatikko takaa sen, että myös talvella alueelta on mahdollista löytää kiviainesmateriaalia käsiteltäväksi, joka ei ole jäänyt muotoon, jota ei voi vähäistä suuremmalla työllä saada takaisin käsiteltävään muotoon. Talvella lumi muodostaa luontaisen eristeen harjoitusalueelle, jolloin routa ei pääse tunkeutumaan kovinkaan syvälle. Syksyllä ja talvella kun rajoitetaan alueella liikkumista sektoreittain, voi koskemattoman hangen alta vähäisellä työllä löytää lähes pinnasta sulaa materiaalia. Jos kuitenkin käy niin, että alueella liikutaan aktiivisesti koko syksyn ja talven, ja pidetään alue lumettomana, on riskinä roudan painuminen hyvinkin syvälle, jolloin alueelle syntyvä routakansi estää pienempien koneiden käytön. Näissä tilanteissa hyödynnetään routapiikkiä, hydraulista iskuvasaraa tai suurempien koneiden massaa ja voimaa routakannen rikkomisessa. Kun jäinen kansi on saatu kuorittua, hiekkalaatikon tilavuus pitää huolen siitä, että alapuolella on sulaa materiaalia.

Talvella lunta on perinteisesti hyödynnetty kaivuharjoituksissa sekä koneohjausmalli avusteisessa rakentamisessa. Empiiristen havaintojen perusteella lumi ei käyttäydy samalla tavalla kuin maainekset, mutta talviolosuhteissa, joissa maat ovat jäässä, lumi toimii hyvänä harjoitusmateriaalina. Sulamiskauden alkaessa, sulava lumi aiheuttaa helposti paikallisen tulvan, joka estää sulamiskautena hetkellisesti kyseisen alueen käytön, sekä senkin jälkeen sulamisvedet saattavat häiriinnyttää pohjamaat pitkäksi aikaa sulamiskauden päätyttyä. Sulamiskauden kauden aikana saatetaan menettää alueen käyttö viikoiksi. Tämä harjoitusaluemalli mahdollistaa talvikaudella lumien kasaamisen alueelle ja sulamisvesien hallinnan siten, että juuri ennen talvikautta hiekkalaatikkoon tehdään sisäänpäin kallellaan oleva syvennys. Syvennyksen koko voi olla joko osa alueesta, tai koko alueen kokoinen. Talvikaudella lumi kasataan tähän syvennykseen joko alueen nollakorkoon, tai lumet voidaan ajaa aumalle; sulamiskautena vesi valuu hiekkalaatikon kuivatusrakenteisiin, joista vesi voidaan pumpata hallitusti kuivatusojan kautta kohti Kaakkurilampea.

Haukiputaan korkeudella vuosittainen routasyvyys vaihtelee hyvinkin paljon. Vähälumisina ja kylminä talvina routa saattaa painua jopa 2,2–2,3 metriin. Helmikuussa 2022 roudan laskennallinen

syvyys oli maanantaina 7.2.2022 Vesi.fi-routapalvelun mukaan 30 cm (Vesi.fi). Oletettavaa on, että nykyisenlainen ilmaston lämpeneminen tulee jatkumaan ja todella kylmiä ja vähälumisia talvia on harvoin, joten satava lumikerros tulee osaltaan suojaamaan aluetta roudalta.

2.3.3 Lisäaineet

Kiviaineksen sekaan sekoitettavat lisäaineet kuten leca-sora, vaahtolasi sekä muut teollisuuden pysyvät jätteet voivat parantaa kiviaineksin käsittelevyyttä talvisaikaan. Mitä parempi materiaalin vedenjohtavuus on ja mitä vähemmän hienoainesta materiaali sisältää, sen helpompi niitä on käsitellä talvella.

Vaahtolasi

Vaahtolasin käyttöä ei voida valmistajan (Uusioaines Oy) mukaan suositella tämän kaltaisessa käytössä, sillä vaahtolasi kevyempänä ja hauraampana materiaalina tulee hienontumaan jatkuvassa muokkauksessa, joten vaahtolasia ei tulla edes kokeilemaan alueen täytöissä.

Leca-sora

Leca-sora on savesta valmistettua keraamista, teollista kivennäisainetta, jota voidaan käyttää hyvin monipuolisesti erilaisissa rakenteissa, kuten esimerkiksi tiestörakenteissa kevennysrakenteina. Harjoitusalueen rakenteisiin Leca-sora käy ainoastaan salaojitukseen. Keraamisena aineena Leca-sora ei tule kestävänsä yhtä hyvin jatkuvaa käsittelyä kuin oikeat kiviainekset. Lisäksi tässä yhteydessä hiekkaa kalliimpi hankintahinta ei puolla Leca-soran käyttöä täyttö- tai lisäaineena. (A Saint-Gobain brand 2017)

OKTO-murske

OKTO-mursketta valmistetaan Outokummun Tornion terästehtaalla. OKTO-murske on granulointua ferrokromikuonaa, jossa sula ferrokromikuona ajetaan läpi paineistetun vesisuihkun. OKTO-murske tai -eriste toimii hyvänä lämpöeristeenä, jolloin esimerkiksi tierakenteessa voidaan käyttää ohuempia kerroksia, jolloin säästetään niin työkuksannuksissa kuin luonnonmurskeiden käyttöä. (Destia Oy / OKTO)

Harjoitusalueelle rakennettiin Taitaja-kisoja varten hiekkakenttä, jonka alaosan täytössä on käytetty salaojittavana kerroksena OKTO-mursketta. Rakennettavalle harjoitusalueelle OKTO-mursketta

voidaan hyödyntää salaojituserroksissa; OKTO -mursketta alueella on 5–15 cm:n kerros arvioilta 1500 m² alalla yhteensä noin 200 m³tr. Murskeen uusiokäyttöä tosin rajoittaa se, että aluetta tul-
laan rakentamaan opiskelijavoimin, jolloin tämän kaltaisen, ohuen kerroksen ylös kaivaminen on
hyvin haastavaa, sillä suurin osa OKTO-murskeesta tulee sekoittumaan yläpuoliseen hiekkaker-
rokseen. Tosin, OKTO-murske hiekan seassa vain parantaa hiekan eristyskykyä, joten sekoittumi-
sesta ei liene haittaa. OKTO-murske on sen verran kallista, ettei sitä yksinään voi suositella tämän
kaltaiseen käyttöön.

2.3.4 Täyttömateriaali

Täyttömateriaalina tulee käyttää routimatonta kiviainesmateriaalia kuten hiekkaa, sora-, hiekkamo-
reenia tai karkeaa soraa. Soramoreeni sisältää erikokoisia kiviä, mikä toisi kaivuuharjoitteluun hy-
vää haastetta.

Erosio ja koneiden käytön aiheuttama kulutus pitää tosin huolen siitä, että niillä alueilla, joissa
alueen käyttö on suurinta, täyttömateriaali tulee hienontumaan ja aiheuttamaan paikallisesti pienoi-
sia ongelmia. Tärkeintä kuitenkin on, että maa-aines ei sisällä hienoainesta. Pieni hienoainespitoi-
suus pitää huolen siitä, että vesi pääsee suhteellisen helposti valumaan kaivannon pohjan vesien-
hallintarakenteisiin ja sitä kautta se voidaan pumpata kaivannosta pois. Vastaavasti talvella mate-
riaali ei jäädy niin voimakkaasti, jolloin sitä voidaan hyödyntää myös talvella vähäistä suuremmalla
vaivalla. Kun täyttömateriaaliksi valitaan mahdollisimman yleisesti saatavilla oleva kiviainesmateri-
aali, on sen vaihtaminen joko suuremmalta alalta tai hyvin paikallisesti halvempaa ja helpompaa
kuin tilanteessa, jossa materiaali olisi jotain teollisuuden sivutuotetta, kuten OKTO-mursketta.

3 ALUEEN KÄYTTÖ

3.1 Nykyiset harjoittelualan materiaalit

Alueelle on vuosien saatossa tuotu eri arvioiden mukaan 15 000–20 000 kuutiometriä ylijäämämaata koulun työmailta. Tuotu maa-aines on sekoitus orgaanista pintamaata, hiekkaa ja osaksi siihen on sekoittunut myös betoni- ja tiilijätettä. Näitä maa-aineksia on sitten käytetty maarakennuskoneiden käytön harjoittelussa.

Ylijäämään suurin ongelma on ollut sen käytettävyydessä, tai siinä, että se on ollut hyödynnettävissä ja muotoiltavassa muodossa hyvin rajatun aikaa vuodesta. Talvella hienojakoinen ja osin myös orgaaninen maa-aines jäätyy niin kovaksi, ettei koulun konekalustolla ilman letkurikkoja tai nivelten ennenaikaista kulumista pääse jäätyneen kannen lävitse. Keväällä pintakelirikon aikaan maa-aineksen pinta liejuuntuu, eikä tällöin sen muotoilu onnistu. Kun lumen ja jään sulamisesta syntyneet sulamisvedet yhdessä sadevesien kanssa pääsevät syvemmälle maa-ainekseen, se käsiteltäessä häiriintyy hyvin voimakkaasti ja tällöin sen hyötykäyttö on lähes mahdotonta. Hyvänä esimerkkinä tästä häiriintymisongelmasta oli, kun opiskelijat harjoittelivat Caterpillar 308 -kaivinkoneella operointia ylijäämään päällä. Runsaiden vesisateiden jälkeen maa häiriintyi koneen alla ja kaivinkone upposi häiriintyneeseen maa-ainekseen hyttiä myöten. Tässä oli ainekset jopa koneen kaatumiseen.

Vuoden 2021 keväällä ennen Taitaja-kisoja ylijäämämaata ajettiin pois koulun kalustolla noin 10 000 m³tr. Tämä vapautti alueelle tasaista pintaa useamman tuhannen neliömetrin verran, mutta samalla alueella menetettiin mahdollisuus tehdä kaivuuharjoituksia; pohjamaa on kivistä moreenia, joka koulun kalustolla on hyvin vaikeaa kaivettavaa. Vapautuneelle alueelle ajettiin pohjalle noin 5–15 cm kerros OKTO-murskettä ja tämän päälle 20–40 cm hiekkaa. Hiekkakentän käyttötarkoitus on nykyisellään toimia lähinnä varastokenttänä ja toimia työtasona, jonka päälle voidaan tehdä erilaisia murskerakenteita.

Harjoitusalueen perälle on rakennettu maavallien sisään vuoden 2021 aikana pieni hiekalla täytetty alue, jossa on ollut tarkoituksena harjoitella työmaa-automaatiojärjestelmien käyttöä. Alueen käyttöä on rajoittanut hiekan vähyys, jolloin kaivaminen rajoittuu muutamaan kymmeneen senttiin sekä

alueen pinta-alallinen pienenä; alueelle ei mahdu turvallisesti kuin kaksi konetta kerrallaan. Talvella maavallien ja hiekkatäytön väliin on tuotu lunta, jonka päällä työmaa-automaatiojärjestelmien käyttöä on harjoitettu. Lumen käyttäytyminen ei vastaa maamateriaaleja, joten myöskään konetuntuma ei vastaa maa-aineksilla tapahtuvaa rakentamista.

Muutamia ongelmia, joita alueen nykytilassa on ollut havaittavissa:

- Käyttävän maa-aineksen laatu
 - Vettyessä häiriintyy, jolloin sen kantavuus heikkenee (esimerkki cat308 uppoaminen)
 - Kuivuuessaan pölyää hyvin voimakkaasti; pölynsidontaan käytetty suolaa
 - Rakennetun konekatoksen sisustäyttö ja katoksen ulkopuolinen kääntöalue on rakennettu kalliomurskeesta, joka sisältää silmämääräisesti arvioiduna myös hieman kvartseja. Käytetty maarakennuskalusto aiheuttaa kiviaineksen päällä liikkueessa sen osittaisen murskaantumisen, mikä aiheuttaa kuivina kausina kvartsipölyn nousemisen maasta ilmaan. Kvartsi (kiteinen pioksidi) aiheuttaa Työterveyslaitoksen mukaan pitkäaikaisessa altistuksessa silikoosia (kivipölykeuhkoa) ja keuhkosyöpää.
 - Jäättyessään on liian kovaa koulun konekalustolle
- Maa-aines kasalla
 - Vaarana koneiden kaatuminen, ei oikein mahdollista kaivaa alaspäin
 - Tasaisen kentän teko hankalaa
- Pohjamaan laatu
 - Kivinen moreeni
 - Ei mahdollista kaivaa alaspäin
 - Paljon hienoaainesta, joka liejuuntuu vettyessään koneiden alla voimakkaasti
- Valaistus
 - Alueella ei ole ollut valaistusta
 - Ainoastaan koneiden valot, sekä henkilökunnan ja opiskelijoiden omat taskulamput taikka otsavalot
- Alueella ei ole ollut sääsuojia eikä katettua opetustilaa
 - Konekatos valmistunut vuoden 2021 loppupuolella
 - Ei vielä kukaan varsinaista opetustilaa, pois lukien pieni työmaakoppi, jossa säilytetään muun muassa tasolasereita sekä muuta mittauslaitteistoa, toimii opiskelijoiden taukotilana

- Kulkutiet (henkilö- ja ajoneuvo) ja niiden kunnossapito
 - Ei merkittäviä kulkuteitä
 - Alueen kunnossapito (tasaus, pölynsidonta tms.) ollut opetushenkilöstön vastuulla
 - Talvikunnossapito mukaan lukien liukkaudentorjunta ollut alueella työskentelevien vastuulla
- Kommunikointi koneisiin
 - Käytännössä ainoa mahdollisuus kommunikoida koneisiin ovat käsimerkit
 - Käsiradiopuhelimia jokunen käytössä, mutta koneissa ei kiinteitä radiopuhelimia, joten radiopuhelimien käyttö käytännössä liian hankalaa ja hidasta
 - Jos opettajilla käytössään ajoneuvo, niin ääni- ja valomerkkien antaminen helppoa ja tilanteisiin puuttuminen on tällöin helpompaa
- Alueen laajuus
 - Alue pienenee Kaakkurikankaantien ja -alueen rakentamisen, sekä valmistuneen konehallin vuoksi, aiheuttaa ahtautta
- Kaluston lukumäärä ja kokoluokat
 - Kalusto osaksi vanhaa (vanhimmat koneet 80-luvulta), ja kokoluokka harjoittelukäyttöön liian suurta
 - Positiivista on, että kalustoa on ryhdytty uusimaan, mutta kokoluokka tulisi olla maksimissaan 8 tn luokkaa
 - Konekatos olisi voinut olla läpiajettava ja korkeampi, nykyisillä koneilla pitää peruuttaa pilttuuseen ja jos koneiden puomi jää epähuomiossa vähääkään koholle, niin kaivinkoneiden nostopuomin yläpää ottaa helposti kattoon kiinni
- Talvella iso ongelma on liukkaus, joka syntyy raskaiden työkoneiden renkaiden painaessa, tasoittaessa ja kiillottaessa lunta tiiviiksi polanteeksi. Syntyvää liukkautta voidaan torjua hiekoittamalla, polannetta karhentamalla
 - Nastoitettut turvakengät estäisivät liukastumiset
 - Harjoitusalueella liukkaudentorjunta on ollut alueella työskentelevien opettajien vastuulla
 - Hiekoitussepeleitä sekä hiekoitinta säilytetään konekatoksen yhdessä pilttuussa sääsuojuksessa

3.2 Alueen hyödyntäminen opetus- ja koulutustoiminnassa

Alue on maarakennuskoneiden harjoittelualue, eli alueella harjoittelevat maarakennuskoneiden käyttöä henkilöt, joilla ei välttämättä ole aiempaa kokemusta minkään tyyppisen työkoneen ope-
roinnista, eli he ovat työkoneiden käytössä täysiä aloittelijoita. Tällöin alueen käytössä ja koneiden
käytön opettamisessa ja opiskelussa korostuu ennen kaikkea työturvallisuus, sillä työkoneiden hyd-
rauliikan voima, suuri massa, isot ulottuvuudet ja koneiden rakenteellisten ominaisuuksien aiheut-
tamien katvealueiden näkökentässä aiheuttavat todella suuret potentiaaliset riskitekijät.

Maarakennusalalla tapahtuvat työtapaturmat saattavat helposti olla hyvinkin vakavia, sillä koneiden
suuri koko ja voima aiheuttaa jo hyvinkin pieneltä vaikuttavassa tilanteessa suuriakin vammoja,
esimerkiksi puristumisvammat ja tippumisen yhteydessä syntyvät vammat voivat olla hengenvaa-
rallisia. Myös työkoneiden työvälineiden vaihdon yhteydessä tapahtuvat onohdukset kauhan luki-
tuksessa voivat johtaa hyvinkin vaarallisiin tilanteisiin, kuten esimerkiksi työvälineen, eli kauhan,
irtoaminen lastausvaiheessa ja tippuminen kontrolloimattomasti tilannetta seuraavien henkilöiden
päälle. Kokemattomat kuljettajat eivät myöskään välttämättä osaa tai ymmärrä havainnoida työko-
neiden vaaroja samalla tavalla kuin kokeneet kuljettajat, jolloin opiskelijat harhautuvat helposti työ-
koneiden vaara-alueelle.

Harjoitusalueen pinta-alan tulee siis olla sellainen, jossa on mahdollista pitää työkoneiden väliset
etäisyydet sellaisina, etteivät koneet joudu toistensa vaara-alueelle silloinkaan, jos opiskelija tekee
virheellisen ohjausliikkeen. Tästä syystä alueen huomattava pienentyminen on huomattava riski,
sillä ammattiopiston omistamat maarakennuskoneet ovat keskimäärin 13–28 tonnin työkoneita,
jotka vaativat ympärilleen vapaata tilaa noin 10–15 metriä suuntaansa. Pienelle alueelle ei mahdu
kuin kolme tai neljä suurempaa konetta yhtäaikaaisesti operoimaan.

Mitä väljempi harjoitusalue on ja mitä vähemmän alueella on katvealueita, sitä helpompaa on val-
vovien opettajien pitää huolen siitä, etteivät opiskelijat joudu tahallaan tai tahtomattaan liikkeellä
olevien työkoneiden vaara-alueelle. Vaikka ohjaava opettaja huomaisikin, että opiskelija on joutu-
massa vaara-alueelle, niin opettajalla ei ole käytössään muita huomiokeinoja kuin oma ääni sekä
käsimerkit. Huuto katoaa hyvin nopeasti työkoneiden melun alle, joten mahdollisessa vaaratilan-
teessa opettajalla on hyvin rajalliset keinot puuttua tilanteeseen; jos jokaisella opettajalla ja jokai-
sella opiskelijalla olisi käytössään kypärään integroidut radiopuhelimet, olisi kommunikointi helppoa
ja välitöntä, ympäröivästä melusta välittämättä.

Tulevien maarakennuskoneenkuljettajien on ensin osattava käyttää työkoneita, sisältäen käyttöön-ottotarkastukset, yksinkertaiset huollot, päivittäiset huoltotoimenpiteet. Sitten kun koneiden ominaisuudet ovat tulleet tutuksi ja niiden käyttäminen on luontevaa, on seuraavaksi opeteltava rakentamaan maarakennuskoneilla. Työkoneilla rakentaminen vaatii jo harjaantunutta koneenkäytön osaamista, sillä yleisesti ottaen alan toleranssit ovat $\pm 20\text{--}200$ mm.

Tulevien maarakentamisen ammattilaisten tulee tunnistaa alalla yleisimmin käytetyt erilaiset maa-ainekset, mukaan lukien kivennäismaalajit, eloperäisetmaalajit sekä mekaanisesti valmistetut murskeet ja sepelit. Opiskelijoiden tulee tietää myös näiden maa-ainesten ominaisuudet eli sen, miten nämä maa-ainekset käyttäytyvät kuivana, kosteana ja märkänä, sekä mitä tarkoittaa, jos jokin maalaji häiriintyy, tai miten kaivannot sortuvat. Opiskelijoiden tulee myös tietää muiden yhdyskuntatekniikkaan liittyvien materiaalien ja tarvikkeiden käyttö ja niiden ominaisuudet. Nämä vaatimukset tulevat opetushallituksen vaatimuksista opiskelijoiden hallittavista tiedoista ja taidoista. (Opetushallitus 2020.)

Tärkeitä oppimiskohteita maa-ainesten käyttäytymiseen on muun muassa se, kuinka liian lähelle kaivantoa läjitetyt maa-ainekset tai pohjavesi vaikuttavat kaivantojen stabiliteettiin. Nykytilassa olevalla harjoitusalueella ei näitä stabiliteettitilanteita voi havainnollistaa, jolloin opettaminen tässä asiassa jää teorian tasolle.

Yksi tärkeä taito, joka kaivinkoneenkuljettaja tulee hallita, on kaivantojen kaivaminen mahdollisimman taloudellisella tavalla. Nykytilassa alueelle ei oikein voi harjoitella kaivamista muutoin kuin 3D-kentällä, ja sielläkin hyvin matalilla kaivannoilla. Olisi tärkeää, että opiskelijat pääsisivät tekemään niin luiskattuja kuin kevennettyjä kaivantoja, jolloin heille muodostuisi oikea kuva syvien ja kapeiden kaivantojen kaivamisesta. Kaivantojen turvallisuuteen liittyy oleellisesti kaivantojen seinämien stabiliteetti. Ammattiopistotasolla stabiliteettilaskelmia tai -tarkasteluita ei tarvitse opiskelijoiden osata tehdä, mutta sen sijaan heiltä vaaditaan kuitenkin ymmärrys siitä, miten ja millaisissa olosuhteissa kaivantojen seinämät voivat sortua ja millaiset ennakkomerkit kaivantojen seinämille syntyvät ennen kuin ne sortuvat.

3.3 Opetushenkilöstölle suunnattu kysely alueen käytöstä

Aluetta käyttää opiskelijoiden lisäksi luonnollisesti myös opetushenkilöstö. Tästä syystä voitaneen todeta, että alueen loppukäyttäjät eivät ole opiskelijat, vaan opetushenkilöstö, joten heidän mielipiteitään kyseltiin keväällä 2022 tehdyssä sähköpostikyselyssä sekä suusanallisesti töiden ohessa.

Sähköpostikyselyssä kysyttiin:

- Mikä on sinusta alueen tärkein käyttötarkoitus?
- Mitä taitoja alueella tulisi harjoitella?
- Kuinka monta työkonetta alueelle tulisi mahtua?
- Millaisia puutteita alueella on nykyisellään? Kuinka korjaisit ne?
- Millainen alue mielestäsi tulisi olla? Visioi oma näkemyksesi. (Esim. rakenteet, materiaalit, valaistus, yms.)
- Millaisena itse näet alueen käytön 5 vuoden kuluttua? Entä 10 vuoden? Peilaa tähän kysymykseen näkemystäsi maarakennusalan sekä alan koulutuksen tulevaisuudesta.
- Onko mielestäsi sähköisten maarakennuskoneiden käyttöönotto opetuskäytössä perusteltua?
- Kuinka kehittäisit alan opetusta harjoituskentällä?

Sähköposti lähetettiin maarakennusalan henkilöstölle kokonaisuudessaan, eli 18 henkilölle, mutta palautusprosentti jäi hyvin alhaiseksi, sillä vain kaksi henkilöä vastasi tähän kyselyyn. Puhtaana sähköpostikyselynä tämä ei olisi edustava kysely. Kahvipöytäkeskustelujen perusteella saadut vastaukset tyydyttivät jokaista, jolta asiasta kysyin, joten voitaneen todeta, että vastaus edustaa henkilöstön näkemyksiä hyvinkin kattavasti ja näin ollen tarjoaa riittävän hyvän kuvan siitä, mitä henkilöstö ajattelee alueen käytöstä ja kehittämisestä.

Sähköpostikyselyn vastauksista (liite 3) käy hyvin ilmi se, että henkilöstö on tyytymätöntä alueen nykytilaan ja että tämä opinnäytetyön tuloksille on tarvetta. Vaikka vastauksia saatiin vain kaksi, edustavat nämä vastaukset kahvipöytäkeskustelujen mukaan opetushenkilöstön mielipiteitä. Suurin osa kyselyn vastauksista heijastelee vahvasti kirjoittajan omia ajatuksia ja osa tuo myös uusia kulmia kehitystyöhön, kuten 3D-harjoituksissa käytettävien mallien mallintamiset koulun simulaattoreihin sekä harjoituskentälle. Tällä hetkellä simulaattoreissa ei ole saatavilla samoja harjoitusmalleja kuin mitä koulun työkoneneiden 3D-järjestelmistä löytyy. Opetushenkilöstö lisäksi koki, että edellä

mainittujen 3D-taitojen lisäksi kaikkia alalla tarvittavia tietoja ja taitoja ei oikein voi nykytilanteessa harjoitusalueella harjoitella tai opettaa; esimerkiksi mitä vaaroja liian lähelle kaivannon reunaa läjitettyään materiaaliin liittyy, millaista on työskennellä kaivannossa, miltä näyttää, kun kaivannon seinämä murtuu, miten pidetään kaivanto kuivana.

Siinä vaiheessa, kun harjoitukset simulaattoreiden ja työkoneiden järjestelmien välillä ovat yhteneväiset, on mallien avustuksella tapahtuva rakentaminen oikeilla maa-aineksilla helpompaa omaksua kuin siinä tilanteessa, kun opiskelijoiden pitää opetella ennestään tuntemattomien mallien rakentamista täysin uudessa ympäristössä. Oikeilla koneilla tapahtuvassa harjoittelussa on monta etua verrattuna käytössä oleviin simulaattoreihin. Yksi näistä on maa-aineksen massa, kitka sekä kaivuuvastus, joiden vaikutukset kaivuutapahtumassa tuntuvat koko koneen vavahteluna, heiluntana, kallisteluna sekä tärinänä. On tärkeää, että maarakennuskoneenkuljettaja oppii tuntemaan koneensa asennon ilman, että sitä pitää erikseen laskeutua koneen ulkopuolelle katsomaan sekä oppii tietämään milloin voi huoletta lisätä painetta kauhaan tai milloin pitää kaivaa säästeliäästi. Näitä tietoja ei käytössä olevilla simulaattoreilla voi omaksua, sillä siihen tarvitaan koko kehon tunteuksia.

Alueella liikkuminen, oli kyseessä opiskelija tai opettaja, on aina riskaabelia, sillä alueella liikkuu usein 10–15 työkoneita suhteellisen ahtaissa tiloissa. Koneiden kuljettajina toimivat opiskelijat, joiden keskittyminen menee hyvin pitkälti annettuun työtehtävään, joka on joko maa-ainesten tai muiden tuotteiden kantamista paikasta toiseen, toisen koneen lastaamista tai jonkin rakenteen tai kaivannon rakentamista. Heidän keskittymissuuntansa on koneen välittömässä etumaastossa, eivätkä he täten välttämättä osaa huomioida muuta liikennettä tai koneen ympäristöä niin hyvin kuin pitäisi. Opetushenkilöstöllä ei ole käytössään käytännössä muuta tapaa kommunikoida työtehtävää tekevän opiskelijan kanssa kuin käsimerkit, sillä koneista puuttuvat radiopuhelimet ja kädessä kannettavien radiopuhelinten käyttäminen yhdessä kuulosuojauksen kanssa on lähes mahdotonta.

Koneiden suuret katvealueet, koneiden puutteelliset peilit sekä koneiden käyttäjien kokemattomuus aiheuttavat alueella työskenteleville opettajille sekä kasojen ja koneiden välissä vaeltaville opiskelijoille suurentuneen riskin jäädä työkoneiden tai lastattavien maa-ainesten alle. Tästä syystä alueelta pitäisi saada näkemäesteet pois, merkityt, betonisilla ajoesteillä rajatut, selkeät kulkureitit ja lankulkua varten, sekä alueella työskenteleville opettajille tai kouluttajille ajoneuvo liikkumista varten. Ajoneuvon sisään eivät kantaudu niin voimakkaasti työkoneiden äänet, pakokaasut eikä myöskään maa-aineksesta nouseva pöly.

Koneiden aiheuttama melu lienee suurin työterveyttä kuormittava päivittäinen tekijä. Päivittäistä melukuormaa ei tämän opinnäytetyön kirjoittamisen aikana ollut vielä mitaamalla todettu. Terveysten ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) mukaan melu aiheuttaa tiedostamattoman stressin, joka pitkittyessään:

”voi aiheuttaa haitallisia muutoksia rasva-aineenvaihdunnassa, nostaa veren hyytymistekijöiden pitoisuuksia sekä heikentää immuunijärjestelmän toimintaa ja siten edesauttaa tulehdusprosessien kehittymistä. On siis mahdollista, että meluallistuksen aiheuttama pitkittynyt psyykinen stressi johtaa vakavampiinkin terveyshaittoihin.

Muutamissa tutkimuksissa on havaittu, että meluallistus on yhteydessä sydäninfarktin riskiin ja kohottaa verenpainetta riippumatta samanaikaisesta altistumisesta liikenteen ilmaan- saasteille, mutta pääasiallista vaikutusmekanismia ei vielä tunneta.

Linkki meluallistuksesta psykofysiologisen stressin kautta sydän- ja verisuonisairauksiin on biologisesti uskottava: stressi kohottaa verenpainetta ja sydämen sykettä sekä kiihdyttää tulehdusprosesseja, jotka ovat kaikki sydänsairauksien riskitekijöitä. Muita mahdollisia mekanismeja ovat univaje ja henkisen hyvinvoinnin huononeminen. Lisäksi on vielä epäselvää, kuinka korkeilla melutasoilla vaikutukset alkavat, ja miten tottuminen ja herkistymisen vaikuttavat melun haittojen voimakkuuteen.” (Terveysten ja hyvinvoinnin laitos 2022)

Jo pelkästään se, että THL:n mielestä on mahdollista, että melu aiheuttaa pitkäaikaisia terveysongelmia, tulisi olla riittävän painava syy sille, että alueella työskenteleviä suojellaan melulta myös muutoin kuin passiivisilla kuulosuojaimilla. Aktiiviset kuulosuojaimet radiopuhelinomaisuudella sekä ajoneuvon käyttäminen harjoitusalueella liikkuvana toimistona luultavasti alentavat päivittäistä meluallistusta riittävästi, jolloin melusta aiheutuvat pitkäaikaiset terveysongelmat vähenisivät.

4 HARJOITUSALUEEN SUUNNITELMAVAIHTOEHDOT

Alueen kehittämisen pohjana oli tietenkin ajatus siitä, että alueen täytyy palvella maarakennusalan tulevaisuuden tarpeita sekä vastata maarakennusalan opettajien tarpeeseen. Erilaisia vaihtoehtoja oli alkuun useita, mutta pitkällisten pohdintojen kautta niistä karsittiin suurin osa ja jäljelle jäi neljä vaihtoehtoa, sisältäen vaihtoehto nollan, eli Ve0, jossa pysytään nykytilassa. Suunnitelmavaihtoehdot ovat täysin opinnäytetyön kirjoittajan omien pohdintojen tuloksia.

4.1 Vaihtoehto 0 (Ve0)

Nykytilanne. Tässä vaihtoehdossa ei tehdä mitään.

Hyviä puolia tässä vaihtoehdossa on, että se on kustannustehokas, sillä alueen uusimiseen ei tällöin tarvitse varata pääomia, vaan ne voidaan käyttää muualle tai niillä voidaan tehdä kalustoinvestointeja.

Huonoina puolina on, että alue ei tehokkaassa käytössä, eli siellä on muun muassa äänivalli viemässä paljon pinta-alaa, eikä alueella ole selkeitä paikkoja esimerkiksi kauhoille tai siirtolavoille. Nykytilanteessa alueella ei voi tehdä kaivuu harjoituksia kovinkaan syvään, sillä kaivettavaa materiaalia on kovan pohjamaan pinnalla hyvin niukasti.

Alueelle on tehty erillinen 3D-kenttä, jossa voidaan harjoitella hyvin rajatusti matalien kaivantojen kaivamista 3D-ohjausta hyödyntäen. Johtuen alueen pienuudesta, 3D-mallien vakiointi ei ole mahdollista; 3D-kenttä ei ole tasapaksuinen, eikä sinne mahdu kuin muutama kone nykytilassa harjoittelemaan.

Harjoittelualueella on hyvin rajatusti valaistusta tarjolla, lähinnä vain konekatoksen välittömässä läheisyydessä.

Alueen vesienhallinta puutteellista; hirsityöalueen hulevedet valuvat suurimmaksi osaksi harjoittelualueelle, josta ne voidaan tarvittaessa ohjata matalaa painaumaan pitkin kohti 3D-kenttää ja sen kuivatusojia. Hiekkakentällä liikkuvat työkoneet kantavat renkaissaan matalaan painaumaan sen verran paljon hiekkaa ja kiviaineksia, että painauman vedenjohtokyky katoaa hyvin nopeasti.

4.2 Vaihtoehto 1 (Ve1)

Tähän suunnitelmaideaan perustuen opinnäytetyön kirjoittaja on laatinut suunnitelmaluonnoksia, joiden perusteella voidaan alueen kehittämistä varten laatia varsinaiset rakennussuunnitelmat.

Suunnitelmaluonnokset:

- Liite 4, ”Periaatekuva, alueen yleissuunnitelma”
 - Alueen toimintojen sijainnit, jalankulun reitit, liikennemerkit
- Liite 5, ”Rakenteen taiteviivat”
 - Taitekohdat, kuivatus- sekä salaojakaivojen sijainnit, poikkileikkausten sijainnit
- Liite 6, ”Rakennepoikkileikkaus A-A, B-B”
 - Poikittaissuuntainen (luode-kaakko) poikkileikkaus, pohjan muotoilu, salaojittavat kerrokset, kuivatuskaivot
- Liite 7, ”Rakennepoikkileikkaus C-C, D-D”
 - Poikittaissuuntainen (luode-kaakko) poikkileikkaus, pohjan muotoilu, salaojittavat kerrokset
- Liite 8, ”Rakennepoikkileikkaukset E-E, F-F, G-G, H-H”
 - Pitkittäissuuntainen (koillinen-lounas) poikkileikkaus, pohjan muotoilu, salaojittavat kerrokset, kuivatuskaivot
- Liite 9, ”Kuivatuskaivon periaatekuva”
 - Kaivon periaatekuva-detalji, kaivon ominaisuudet, perustaminen, ympärystäyttö, routaeristys

Lisäksi tähän suunnitelmavaihtoehtoon liittyvä tarjouslaskentataulukko, joka toimii esimerkkinä resurssi- ja kapasiteettipohjaisesta tarjouslaskentatavasta (liite 1).

Vaihtoehto 1, eli niin sanottu ”Hiekkalaatikko” -malli, jossa alueelle tehdään massanvaihto, salaojitus sekä rakennetaan aluevalaistus. Hiekkalaatikko-malli mahdollistaa alueelle useiden samanlaisten 3D-mallien vakioinnin, jolloin on mahdollista, että alueella harjoitellaan monella koneella samoja harjoitteita.

Vaihtoehto 1 suoritetaan syvätkö massanvaihto, joka ulotetaan aina routarajan alapuolelle, eli 2,5–3,0 metriin (liite 6,7). Näin syvä massanvaihto mahdollistaa erilaiset syvät ja matalat kaivuuharjoi-

tukset, joissa voi harjoitella niin kaivantojen tukemista, kevennettyjen kaivantojen tekoa, kaivuumassojen läjittämistä. Lisäksi voidaan havainnollistaa kuinka nopeasti kaivannot sortuvat ja millaisia ennakkomerkkejä sortumat itsestään antaa.

Kaivantojen kaivamisen jälkeen voidaan harjoitella sitä, kuinka kaivannot tulee peittää siten, etteivät kaivantoon asennetut kunnallistekniset putkistot pääse liikkumaan. Hiekkalaatikon suuri tilavuus mahdollistaa myös massansiirtojen harjoittelun, puskukoneilla tapahtuvat paikallissiirrot sekä erilaisten muotojen rakentamista ja muotoilua. Hanke on sen verran laaja, että se tulee työllistämään opiskelijoita koneiden käytön harjoittelussa useiden vuosien ajan.

Alueen kaakkois- ja koillisivuostoille asennettavat aluevalaisimet antavat riittävät valaistuksen koko harjoittelualueelle. Hyvä valaistus on yksi suuri työturvallisuuteen liittyvä osatekijä. Hiekkalaatikon pohjalle rakennettavat kiviaineksista koostuvat salaojituslinjat yhdessä rei'itetyistä betonikaivoista rakennetut kaivot mahdollistavat hyvän vesien hallinnan; kaivoihin voidaan asentaa joko automaattikalla varustettuja pumppuja, tai täysin manuaalisia pumppuja. Hiekkalaatikon ulkopuolelle rakennetaan salaojituslinja, joka kiertää koko hiekkalaatikon. Tämän salaojituslinjan tarkoituksena on ottaa kiinni pintaa myöden valuvat hulevedet ja johdattaa ne joko painovoimaisesti alueen pohjoiskulman kautta kohti Kaakkurilampea, tai sitten pumpata kokoojakaivosta tai öljynerotuskaivosta vedet alueelta pois. Kaivoista saatavalla vedellä voidaan kastella tarvittaessa hiekkamoreenitäytettä, jolloin se ei pölise ja sen muotoilu kuivana kautena on helpompaa.

Näin massiivinen massanvaihto (noin 14 000 m³tr) on tietysti kallista. Vuoden 2022 hyvin poikkeuksellisen kustannusinflaation vuoksi tarkkaa kustannusta on erittäin vaikea arvioida, sillä kesäkuussa maarakennusindeksi nousi edellisvuoden kesäkuuhun verrattuna 18,1 % (Tilastokeskus). Jos samankaltainen, voimakas kustannustason nousu jatkuu, tulevat hankkeen kustannukset jopa kaksinkertaistumaan rakennusaikana. Kustannusten nousun taustalla on niin yleinen hintatason nousu, Ukrainan sota kuin öljyn ja öljytuotteitten hinnan kallistuminen, joka vaikuttaa niin koneiden käytön kallistumiseen, hankittavien kiviainesten kallistumiseen, muovituotteiden hintojen kallistumiseen sekä myös betonituotteiden kallistumiseen. Maarakennusala on hyvin konepainotteinen ala, joten polttonesteiden kohonneet hinnat valuvat ennen tai myöhemmin myös kiviainesten hintoihin.

Kiviaineksia käytetään muun muassa massanvaihtoon, salaojitusrakenteisiin sekä betoniin. Massanvaihto on hyvin konepainotteista työtä, jossa kustannuksia synnyttävät niin koneiden käyttäminen, niiden huoltaminen kuin polttonesteet. Oletuksena on, että hanke tehdään opiskelijatyönä, jolloin ainoat palkkakustannukset syntyvät opetus- ja ohjaushenkilöiden palkoista. Normaalisti jyvitettyjä kustannuksia aiheutuu työmaan perustamis- ja purkamisvaiheesta, jolloin alueelle rakennetaan parakkikylä sosiaalitaloineen. Kun harjoitusalue on koulun takapihalla, näitäkään kustannuksia ei tähän hankkeeseen sisällytetä. Alueesta tulee tehdä ulkopuolisella taholla lopulliset suunnitelmat ja koneohjaukselliset itse hankkeesta sekä erilaisia harjoitusmalleja tulevaisuutta ajatellen. Näiden harjoitusmallien suunnitelmat todennäköisesti maksavat joitain tuhansia euroja.

Massanvaihdosta syntyvien kaivuumaiden kaivaminen, pois ajo sekä niiden läjittäminen ovat työvaihteita, joihin sitoutuu huomattava määrä työtä. Jos hanketta ryhdytään toteuttamaan opiskelijavoimin, niin silloin käytettävissä olevan kaluston kuntoon pitää kiinnittää erityistä huomiota. Koneiden käyttäjinä opiskelijat eivät ole kovinkaan helläkätisiä, jolloin on todennäköistä, että konerikkoja tulee tapahtumaan. Jos ammattiopiston konekalusto kokee jatkuvia rikkoontumisia, niin tulisi miettiä vuokratkalustoa massojen siirtoon. Itsessään ylös kaivettuja massoja on sen verran paljon, että ainoa paikka, johon ne voi viedä, on kaupungin maakaatopaikka, tai vaihtoehtona on ajattaa ne moneen eri paikkaan täyttömaita haluaville osapuolille.

Kun aluetta rakennetaan varta vasten maarakennuskoneiden käytön harjoitteluun, tulee aluetta käyttävät osapuolet perehdyttää huolella alueen käyttöön liittyvistä asioista. Perehdytettäviä asioita ovat muun muassa ajoneuvojen ja jalankulun kulkutiet, varottavat rakenteet, työturvallisuus sekä harjoitusten päätyttyä alueen palauttaminen oletuskorkoon seuraavaa harjoituskertaa varten. Kun jokaisella, joka aluetta käyttää, on alueen käytön ohjeet selvillä, alueen käyttöönotto vaihe on lyhyt ja opiskelijat pääsevät nopeasti harjoitusten pariin; ohjaavan opettajan vastuulla on palauttaa alue oletustilaan.

4.3 Vaihtoehto 2 (Ve2)

Vaihtoehto 2 on muutoin kuin Ve1, mutta alue jaetaan sektoreihin, joihin jokaiseen eri kiviainesmateriaalityttö. Mahdollisuudet sanotun vaihtoehto numero 1:ssä, mutta lisäksi useamman erilaisen maalajin mahdollistamat erilaiset harjoitteet. Useammat maalajit lisäävät opiskelijoiden maaines-tuntemusta, mutta samaan aikaan maa-ainesten sekoittumista on hyvin vaikea estää, sillä

ne kulkeutuvat koneiden mukana sektorilta toiselle. Jos maa-ainesten sekoittuminen haluttaisiin estää, olisi jokainen sektori aidattava ja kulku järjestettävä jokaiselta siten, että maa-ainekset tippuisivat matkalle eivätkä toisen sektorin puolelle. Näin toimiessa, sektorien väliset aidat vaikeuttaisivat sektoreiden käyttöä sekä samalla pienentäisivät alueen kokoa.

4.4 Vaihtoehto 3 (Ve3)

Täysin samanlaiset maa-ainesrakenteet kuivatuksineen kuten vaihtoehto numero yhdessä, mutta alueen päälle rakennetaan riittävän suuri halli. Etuina olisi aina hallitut olosuhteet hallin sisällä, mutta toisaalta riittävän suuren hallin rakentaminen olisi hyvin kallista. Hallin rakenteet, kuten pilarit ja niiden perustukset, ovat alttiita koneiden törmäyksille. Maarakennuskoneiden suuri massa törmäystilanteessa voisi aiheuttaa pahimmilleen koko hallin romahtamisen. Lisäksi hallin sisällä olevien maa-ainesten kuivuminen aiheuttaa pölyämistä, jolloin aktiiviseen pölynsidontaan pitäisi kiinnittää erityistä huomiota.

5 HANKKEEN KUSTANNUSTEN SELVITTÄMINEN TARJOUSLASKENNAN AVULLA

5.1 Tarjouslaskennan teoriaa

Kuten eräs kokenut tarjouslaskija sanoi, tarjousta laskiessa urakka rakennetaan paperille (tai laskentaohjelmaan) numeroin ja kirjaimin ja jokaisen kirjaimen tai kirjainlyhenteen takana on jokin resurssi. Tämä resurssi voi olla yksittäinen työntekijä, työkone, rakennustarvike tai aliurakkakokonaisuus. Jokaisen numeron takana on näiden resurssien hintatieto tai ominaisuus. Luku voi olla resurssin tai työvoiman lukumäärää ilmoittava lukuarvo, resurssin työtehoa määrittelevä lukuarvo, massan tai pinta-ala tai tilavuusarvo tai massakertoimen muutoskerroin, jolla muutetaan massan tilavuus neliometrillä painoksi kuutiometriä kohden.

Tarjouslaskenta on kustannuslaskennan yksi muoto, jossa nimensä mukaisesti pyritään selvittämään matemaattisesti laskennan kohteena olevan työn tai rakennusurakan sisältämät kustannukset niiltä osin kuin ne ovat tarjousasiakirjojen, suunnitelmien, tarjouslaskijan oman kokemuksen ja ammattitaidon mukaan on mahdollista. Kuten Antero Stenius ja Vesa Pitsinki sanoivat kustannussuunnittelun kurssilla, tarjousvaiheen kustannusten selvittäminen urakoitsijalle tai rakennushankkeeseen ryhtyvälle on ensiarvoisen tärkeää, sillä suurin osa rakennushankkeen kustannuksista on lyöty lukkoon ennen kuin hanke siirtyy tarjouslaskentavaiheeseen (Stenius & Pitsinki 2021). Tällöin kustannuksista on tehty karkea arvioi rakennuttajan toimesta, joka useinmiten osuu hyvin lähelle, mutta tietyissä tilanteissa rakennuttajakonsultin arvio saattaa olla hyvinkin alakanttiin arvioitu. Syitä tälle saattaa vain arvailla. (RTJ 2021)

Jos urakoitsija uskoo rakennuttajakonsultin arviota urakan kustannuksista, saattaa se rakennushankkeeseen ryhtyvälle yritykselle käydä hyvinkin kalliiksi, sillä harvoin rakennuttajakonsultin ja urakoitsijan omat arviot osuvat samalle tonnilukemalle. Vaihtoehtoisesti rakennuttajakonsultin arvio onkin kalliimpi kuin urakoitsijan, jolloin rakennushankkeen tilaaja maksaa hankkeestaan liikaa. On jokaisen rakennushankkeeseen ryhtyvän osapuolen etu, että urakoitsijoilla olisi hallussaan riittävä tietotaito urakoiden tarjouslaskentaan liittyen.

Laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista 93 § määrää, että tarjouksista on valittava kokonaistaloudellisesti edullisin tarjous. Julkisessa kilpailutuksessa olevassa hankkeessa tulisi mielestäni olla mukana vaatimus, että yrityksessä tulee olla riittävä tietotaito määrittellä rakennushankkeen tarjousvaiheen kustannuksia.

Kun yrityksessä on käytössään joko sisäisenä tai ulkoisena resurssina tarvittava tietotaito tarjouslaskentaan sekä urakan aikataulutukseen, voidaan tällöin olettaa, että rakennushankkeen kaikki tiedossa olevat rakenteet ja niiden vaatimat työvaiheet tulevat oikein resursoiduiksi. Kun resurssit ovat oikein mitoitettuina, niin pitää vielä tarkastella eri rakenteiden vaatimia kohtuullisia rakennusaikoja kuivumisaikoihin, jotta voidaan varmentua siitä, että tilaajan asettamassa aikaraamissa pysytään, eikä urakka ylitä sille asetettua aikarajaa.

Kuten Matti Pohjola Taloustieteen oppikirjassaan vuodelta 2018 sanoo, säästämällä tarkoitetaan yleisesti ottaen sitä osuutta tuloista, jota ei käytetä hyödykkeiden tai palveluiden ostamiseen, vaan tämä osa tuloista jää joko käyttelytilille, siirretään säästötilille tai se sijoitetaan. Säästöön jäänyttä tuloa voidaan hyödyntää tulevaisuuden investointeihin. (Pohjola 2018 s.16)

Jos yrityksestä puuttuu tarvittavaa laskentataittoa, on vaarana, että yritys tarjoaa rakennushanketta liian halvoilla yksikköhinnoin, tai jos kyseessä on kokonaishintainen urakka, liian halvalla kokonaishinnalla. Tällöin se joutuu rakennusvaiheessa etsimään hankkeesta sellaisia kohteita, rakennusosia tai vaihtoehtoisia rakennustuotteita, joihin voidaan suunnata säästötoimenpiteet. Säästöt kohdentuvat yleisemmin joko aikaan, resursseihin tai materiaaleihin. Päinvastoin kuin säästämässä yleensä, ei näillä säästöillä voida tehdä tulevaisuuden investointeja, vaan näillä säästöillä nostetaan mahdollisesti tappiollinen urakka nolliille, tai jopa hieman plussalle.

Rakennusosat, joihin säästötoimenpiteet saattavat kohdentua, rakennetaan aivan toleranssien minimiin tai jopa siten, että halvemmallalla materiaalilla, kuten hiekalla, korvataan osa kalliimmasta rakenteesta, kuten esimerkiksi osa jakavan rakenteen murskeesta. Säästäjä haetaan rakenteita muokkaamalla jopa yli toleranssien sekä ohentamalla niitä sellaisista kohdista, joista tarkemmittauksia ei oteta.

Ajallista säästöä voidaan hakea tietenkin aikataulullisella suunnittelulla, jossa otetaan huomioon työvaiheiden väliset riippuvuudet, resurssit ja työvuorot (yhdessä vuorossa, kahdessa vai kol-

messa?), odotusajan minimointi työvaiheiden välillä sekä se, että jokainen työhön osallistuva osapuoli tietää oman paikkansa työvaiheissa ja niiden välillä (Stenius & Pitsinki 2021). Oletettavaa on, että sellaisella toimijalla, joka tarjoaa selkeästi alle markkinahinnan rakennusurakkaa, ei aikataullinen suunnittelu ole täysin hallinnassa.

Jos maarakennushankkeessa rakennetaan rakenteita ohuempina kerroksina kuin mitä suunnitelmat määräävät, käy väistämättä niin, että rakennettavan kohteen käyttöikä saattaa merkittävästi laskea. Palautumattomia muodonmuutoksia ei välttämättä näy takuuajana, mutta niitä saattaa ilmaantua kauan ennen kuin tie- tai katu saavuttaa peruskunnostusvaiheen. Kaikki yleiselle tiestölle tehtävät korjaustoimenpiteet ennen varsinaisen käyttöiän mukaista korjausta sitovat ylimääräisiä resursseja, jolloin julkisia varoja, eli käytännössä veronmaksajien rahoja joudutaan käyttämään näihin korjaustöihin. Tällöin voitaneen perustellusti kysyä, tuliko urakkakilpailun voittanut halvin tarjous kokonaistaloudellisesti edullisimmaksi tarjoukseksi ja ovatko veronmaksajien rahat todella tehokkaassa käytössä eli täyttykö lain henki. Auttaisiko, jos halvimman hankintahinnan sijaan käytettäisiin mediaanihintaa, eli kilpailun voittaisikin se tarjoaja, jonka tarjous olisi lähimpänä tarjousten mediaania? Vähentäisikö mediaanihintakilpailu lisä- ja muutostöillä ”kikkailua” ja olisiko se kokonaistaloudellisesti edullisempi vaihtoehto kuin hankintahinnaltaan se halvin vaihtoehto? Näihin kysymyksiin ei tämä opinnäytetyö anna vastauksia.

Taitava tarjouslaskija osaa kuitenkin havaita suunnitelmista myös sellaiset puutteet, joista voidaan rakennusaikana tarjota lisä- tai muutostöitä; kireässä kilpailutilanteessa ennakkoon havaittujen suunnitelmapuutosten aiheuttamien lisä- ja muutostöiden avulla voidaan lisätä huomattavasti urakan kassavirtaa. Ennakkoon havaittuja lisä- ja muutostöitä voidaan jopa käyttää puhtaassa hintakilpailussa vipuvartena ja laskea varsinaisen urakan hinta hieman alakanttiin ja varsinaisen toteutusvaiheen aikana nostaa lisä- ja muutostöillä urakan kannattavuutta. Monet julkiset tilaajat ovatkin huomioineet urakkatarjoushinnan vertailuhintaan lisä- ja muutostöille oman 10 %:n sarakkeen, eli lisä- ja muutostöille on varattu lisärahaa 10 % urakkahinnasta.

Kun urakoitsija ryhtyy tarjoamaan rakennusurakkaa, on urakoitsijan huomioitava kaikki mahdolliset seikat, jotka saattavat aiheuttaa kustannuksia toteutusvaiheessa, niin resurssien varaamisista kuin aikataulupaineista johtuvat asiat. Hyvin usein hankkeisiin sisältyy erilaisia riskejä, jotka tulee ottaa laskelmassa huomioon joko yhtenä riskilisänä, tai eritellä riskit yksitellen laskelmaan omiksi riveikseen. Esimerkiksi yhtäkkiset hintavaihtelut öljytuotteissa vaikuttavat työkoneissa käytettävien polttoaineiden kallistumiseen muovituotteiden hintojen nousuun sekä tietenkin bitumin hinnan nousu

vaikuttaa suoraan eri asfalttilaatujen hintaan. Jokainen hanke on erilainen, jolloin jokaisessa hankkeessa on yksilölliset riskitekijät.

Monet kunnat ja kaupungit haluavat teettää urakoita kaksivuotisin, eli esimerkiksi 60% urakasta tämän vuoden puolella ja loput ensi vuoden puolella, johtuen kuntien ja kaupunkien rahoituskuviosta. Olen havainnut, että syystä taikka toisesta monet urakoitsijat tekevät kuitenkin urakan kokonaisuudessaan valmiiksi tämän vuoden puolella, vaikkeivat saa laskutettua urakasta kuin maksimissaan sen 60 % kokonaishinnasta. Sen ymmärtää kyllä urakoitsijan puolesta, etteivät halua sitoutua liian pitkäksi aikaa yhteen hankkeeseen, kun kuitenkin saavat hankkeesta rahansa pois, mutta kuitenkin vasta ensi vuoden puolella.

Jos kunta tai kaupunki haluaisi rahoittaa hankkeen loppuosan, täytyisi sen ottaa lainaa markkinoilta sen hetkellisellä markkinakorolla, tai siirtää muita hankintoja tai investointeja myöhemmäksi. Lainaan kuitenkin liittyy aina kustannuksia, jotka nostavat lainan takaisinmaksun kokonaismäärää. Näitä kustannuksia ovat korot sekä muut lainanhoitokustannukset. Kun urakoitsija rakentaa hankkeen loppuun saakka, on urakoitsija ikään kuin vahingossa ryhtynyt kunnan tai kaupungin rahoittajiksi; he rahoittavat omasta pussistaan loppuhankkeen rakentamisen, eli heillä on hankkeeseen sitoutunut pääomaa, jolle he eivät ole välttämättä laskeneet tuottovaadetta, eli sijoitetulle pääomalle ei ole laskettu tuottoa. Kunta tai kaupunki saa tällöin riskitöntä, nollakorkoista lainaa urakoitsijalta. Jopa normaaleissa olosuhteissa, joissa Euroopan keskuspankki pyrkii pitämään vakaata noin 2% vuosittaista inflaatiota, syö inflaatio osan rahan arvosta, jolloin kunta tai kaupunki maksaa ensinnäkin urakasta vähemmän, sekä välttyy maksamasta lainan korkoja ja muita lainaan liittyviä kustannuksia. Urakoitsija häviää tässä selvää rahaa, huomaamattaan, joten näissä tilanteissa urakoitsijalla on täysi oikeutus laskea sitoutuneelle pääomalle jokin tuotto.

Jos kuitenkin käy niin, että jotain oleellista jää laskentavaiheessa huomioimatta, matalakatteisessa toiminnassa rakennushanke painuu helposti tappiolle. Alalla jo pidempään olleelle toimijalle on kertynyt toiminnastaan tietoa, jota voidaan hyödyntää samantapaisten urakoiden laskennassa, mutta siltikin jokaisen hankkeen erityispiirteet tulee ottaa selvälle ja siirtää ne yksikköhintoihin. Jokaisesta urakasta tulisi laatia jälkilaskenta, josta käy ilmi yksittäisten suoritteiden toteutuneet kustannukset ja verrata niitä tarjouslaskennan aikaisiin yksikkökustannuksiin. Jälkilaskennasta saadaan siis tärkeää tietoa eri työvaiheisiin kuluneista resursseista; niin ajallista tietoa, kuin kyseiseen työvaiheeseen käytettyjen työresurssien muodossa.

Laskentavaiheessa on siis hyvä verrata vanhojen laskelmien yksikköhintoja uusiin laskettuihin. Jos vanhat hinnat eroavat merkittävästi, niin olisi syytä etsiä syy miksi näin on, onko yleinen hintataso vaihdellut merkittävästi laskentojen välillä, onko hanke riittävän samankaltainen, jotta vertailu on edes mahdollista, onko käytetty puhtaasti aliurakoitsijoita vai käytetty omaa kalustoa. Laskennan aikana olisi hyvä tehdä muistiota, johon kirjata ylös urakan erityispiirteet ja onko laskennassa käytetty kuinka paljon omaa kalustoa, vai onko hintojen takana puhtaasti aliurakoitsijoiden konehinnat tai alihankintana ostettuja osakokonaisuuksia.

Vanha sananlasku, joita hankinnasta vastaavat ovat sanoneet, että laskemalla saadaan urakka ja hankinnalla urakka saadaan kannattamaan. Kun kilpailutetaan riittävän monella eri osapuolella urakan vaatimat ulkoiset resurssit, niin todennäköisyys sille, että varsinkin bulkkitavarassa ylimääräinen hintalisä hinnasta saadaan karsittua pois ja varmistettua siitä, että kyseistä tuotetta on saatavilla haluttuun ajankohtaan. Kaikenlaisten hankintojen ostaminen varastoon ei ole kannattavaa, vaan ne kannattaa mieluummin aina kilpailuttaa hankkeiden mukaan. Varastoon ostettujen tuotteiden arvo vaikuttaa yrityksen taseeseen, jolloin suuret varastot vaikuttavat vääristävästi yrityksen tasearvoon. (Annala, Alex 2021)

Tarjouslaskentavaiheessa pitäisi myös miettiä kuinka suuren osan urakasta voi tehdä omalla kalustolla, kuinka ison osan ulkoistaa. Jos päättää ulkoistaa, vaikka kaikki konetyöt, olisi hyvä miettiä, että millaisilla tarjouspyynnöillä ja aliurakkasopimuksilla kyseessä olevia töitä ulkoistaa, sillä on vaarana, että valittu aliurakoitsija hankkii itselleen lisäkalustoa alihankinnalla, jolloin varsinaista sopimussuhdetta ei enää ole pääurakoitsijan ja alialiurakoitsijan kanssa. Ketjuttamisella voi pahimmillaan luoda hankkeesta työnjohdollisen painajaisen. Kun pyrkii tekemään mahdollisimman paljon sisäisiä resursseja hyödyntämällä, voidaan pitää huoli siitä, että kaikki kustannukset ovat läpinäkyviä ja eikä ikäviä lisälaskuja tule juuri ennen hankkeen luovuttamista.

Hankkeisiin liittyy myös yhteiskustannuksia, joita ovat muun muassa mittaukseen liittyvät kustannukset, työmaan perustamiseen, ylläpitoon ja purkamiseen liittyvät kustannukset, urakkaan liittyvät riskit, tietokoneiden ja muun tietotekniikan leasing-kulut sekä tietenkin työnjohdon, työpäällikön palkat sekä yrityksen toiminnasta aiheutuvat kulut, jotka tulee kaikki jyvittää urakan yksikköhintoihin tai kokonaishintaan soveltuvin osin. Kun kaikki kustannukset ovat selvillä, voidaan miettiä soveltuva voittolisa, eli millainen on hankkeen katetavoite. Yleisesti ottaen alalla huhutaan kateprosenttien liikkuvan 0-15 % välillä, joissain tapauksissa on kuultu jopa 30 % katteesta yksittäisten, pienten

hankkeiden osalta. Hankkeesta saatava voitto on kuitenkin se ajuri, jolla voidaan yrityksen toimintaa kehittää, hankkia lisäkalustoa tai palkata lisää työvoimaa. Ilman kohtuullista voittoa, pienikin vastoinkäyminen aiheuttaa yritykselle akuutin kassakriisin, minkä johdosta noidankehä on valmis.

5.2 Ali- ja ylijäämäiset toimijat

Alijäämällä tarkoitetaan taloudellista tilannetta, joka syntyy, kun menot ovat suuremmat kuin tulot, eli käytännössä tappiota. Ylijäämällä tarkoitetaan tilannetta, jossa tulot ovat suuremmat kuin menot, eli ylijäämä on voittoa. (Tieteen termipankki 2017)

Alijäämäinen toimija toimii periaatteella, että urakat "otetaan", eli urakoiden kiinnijääntiprosentti lähestyy 100 %. Tällä urakoiden ottamisella pyritään saamaan riittävästi työkantaa, jotta yritys voi maksaa edellisten urakoiden maksamatta jääneitä kustannuksia. Alijäämäinen toimija ei pyri välttämään riskejä, vaan pikemminkin pyrkii ottamaan riskejä. Tämä tapa saattaa aiheuttaa vain noidankehän, joka työkannan pientyessä tai yllättävän kustannuspiikin osuessa kohdalle, pahimmilleen aiheuttaa yrityksen joutumisen ensin protestilistalle maksamattomien laskujen vuoksi ja sen jälkeen joko yrityssaneeraukseen tai velkojen vaatimuksesta konkurssiin. Matti Koivurannan mukaan alijäämäisen toimijan toiminnan ajurina toimii siis akuutti kassakriisi, jossa toimija joutuu turvautumaan rahoitusyhtiöiden palveluihin päivittäisten toimintojen rahoittamisessa (Koivuranta 2019).

Koivurannan mukaan ylijäämäisen toimijan tapa toimia eroaa alijäämäisestä toimijasta, sillä ylijäämäinen toimija pyrkii välttämään riskiä. Ylijäämäinen toimija myöskin tietää oman hintatasonsa ja pyrkii tarjoamaan urakoita realistisella hintatasolla; urakan synnyttämä kassavirta ruokkii vain urakkaa ja yhteiskustannusten kautta koko organisaatiota muttei paikkaa edellisten hankkeiden tappioita. Kun organisaatio tietää oman kustannusrakenteen, tulee urakoita tarjota tällä, realistisella hintatasolla; parempi tarjota urakkaa hinnalla, joka on oikein hinnoiteltu, kuin tarjota alihintaisena. Tällä tavoin toimiessa organisaatio tulee tarjonneeksi useamman urakan ilman urakan saamista; tällöin voidaan helposti todeta, että organisaatiossa on tehty paljon turhaa työtä urakoiden saamisen suhteen. Samalla kun toimija on tarjonnut urakoita hintatasolla, joka vastaa realistisesti organisaation kustannusrakennetta, on toimija saanut tarjouskilpailun ratkaisukirjeen, josta selviää kilpailijoiden hintataso. Vain osallistumalla tarjouskilpailuihin, toimija saa ensikäden tietoa markkinoiden hintatasosta. Puskaradion tai muuta epävirallista kautta saadut hintatiedot eivät välttämättä aina pidä

aina paikkaansa, tai niiden sisältämä tieto on saattanut muuttua suuntaan taikka toiseen. Keskenään kilpailijoina olevien toimijoiden hintatason kysyminen epävirallisia reittejä pitkin johtaa helposti kartelliin, jossa hintatasoja viilataan joko alueellisesti taikka hankekohtaisesti. Pelkkä tietojen vaihto tulevista hinnoista lasketaan hintakartelliksi. Kartellit ovat kilpailulaissa kiellettyjä. (Koivuranta, 2019)

Empiiristen havaintojen perusteella osaava tarjouslaskija osaa analysoida pelkän ratkaisukirjeessä ilmoitetun tarjoushinnan perusteella kilpailijoiden kustannustasoa, sillä voidaan tehdä oletama, jonka mukaan yleisesti käytössä olevat materiaalit ja työkoneet maksavat kaikille suunnilleen saman verran. Tapa, jossa urakoita tarjotaan realististen kustannusten perusteella ja urakoita tarjotaan useita ilman kiinnijääntä, pitääkin sisällään mekanismin, joka tuo arvokasta ja laillista markkinainformaatiota kilpailijoiden hintatasosta sekä niiden työkannasta; ovatko kilpailijoiden hinnat nousussa, laskussa vai ovatko ne stabiilit. Jos hintataso nousee, kyseessä lienee tilanne, jossa työkantaa on hyvinkin paljon ja tällöin toimijalla ei välttämättä ole omaa kalustoa tai resursseja lähteä toteuttamaan urakkaa. Tällöin urakka voidaan myydä ulkopuolelle ja toteuttaa koko urakka alihankintana. Jos tarjoushinnat ovat laskusuunnassa, on todennäköistä, että työkantaa ei ole, jolloin toimijalla on pakottava tarve saada kassaan rahavirtaa toiminnan ylläpitoon ja laskujen maksuun.

5.3 Resurssi- ja kapasiteettipohjainen tarjouslaskenta

Infra-alan toimijoilla on lukuisia eri tapoja laskea urakoita. Tässä opinnäytetyössä keskitytään lähinnä laskentatapaan, jossa tarjousvaiheen kustannukset selvitetään määrien, resurssien sekä kapasiteettien kautta, eli niin kutsuttuna panoshintalaskentana. Rakennusvaiheen kustannusseurannassa tärkeää on tunnistaa eri työvaiheet, niihin sitoutuneet työtunnit sekä materiaalit. Tässä opinnäytetyössä ei keskitytä rakennusvaiheen kustannusseurantaan.

Kehittämistyön aikana hyödynnettiin resurssi- ja kapasiteettipohjaista laskentatapaa kustannusten määrittelyyn (liite 1). Kehittämistyön luonteesta johtuen, tarjouslaskennan etenemä eroaa huomattavasti varsinaisiin rakennusurakoihin verrattuna. Tästä syystä seuraavassa avataan kvr, eli kokonaisvastuurakentamis-urakoiden tarjouslaskennan etenemää. Etenemän kuvaus pohjautuu sekä kirjoittajan omaan empiiriseen tietoon, sekä osittain Steniuksen ja Pitsingin aineistoon tarjouslaskennasta (Stenius, Pitsinki 2021).

1. Mahdollisen osallistumiskirjeen vaatimien tietojen kokoaminen ja kirjeen lähettäminen

2. Rakennettavan hankkeen eri rakennusosien sisältämien määrien selvittäminen
 - a. Määräluettelon tarkastaminen, onko luettelossa kaikki rakennusosat; tilaajan teet-
tämässä määräluettelossa saattaa olla virheitä, tai jopa puuttuvia rakenteita.
3. Jos määräluetteloa ei ole olemassa
 - a. Määrälaskenta InfraRyl:n määrämittausohjeen mukaisesti
 - b. Määrien litterointi InfraRyl:n mukaisesti; järjestelmällisellä litteroinnilla saadaan
laskentoihin jatkuvuutta ja laskelmien välinen vertailu helpottuu, kun kaikki raken-
neosat ja määrät ovat samalla tavalla nimettyjä
4. Määräluettelon mukaisten suoritteiden vienti laskentaohjelmaan tai sopivaan Excel-lasken-
tapohjaan; alkuperäistä määräluetteloa ei kannata muokata, vaan siirtää sen sisältämät
tiedot eteenpäin
5. Suoritteiden "aukaisu", eli niiden sisältämien työvaiheiden, tarvikkeiden ja määrien tarkas-
telu ja auki kirjoittaminen
 - a. Jokaisen työvaiheen työvoiman tarve, niin henkilö- kuin konetyöt
 - b. Jokaisen työvaiheen materiaalit ja tarvikkeet
6. Työvaiheiden sisältämien työmäärien tarkastelu
 - a. Tuotannontekijöiden resurssointi eri työvaiheisiin; eli työkoneet, maarakennus-
työntekijät, sähköasentajat, LVI-asentajat sekä muut eri alojen työntekijät
 - b. Työvaihekohtaisten työtehojen määrittely, eli kapasiteettien määrittely resurssille;
kuinka monta kuutiota (m³ltr) maata kaivinkone kykenee kaivamaan tunnissa,
kuinka monta kuutiota maata kuorma-autot voivat viedä läjitykseen tunnissa,
kuinka monta kuutiota maata läjitykseen voi vastaanottaa tunnissa, kuinka monta
neliötä suodatinkangasta maarakennustyöntekijä voi levittää yhdessä kaivinko-
neen kanssa, kuinka monta kuutiota työkone voi rakentaa murskerakenteita tun-
nissa? Tärkeää on tunnistaa jokaisen työvaiheen sisältämät työt ja se kuinka pal-
jon työaikaa kyseiseen työvaiheeseen sisältyy, kun saadaan selville työvaihee-
seen menevä kokonaisaika, mikä kuluu työvaiheeseen normaalilla työtahdilla ja
hyvin pienellä määrällä työvoimaa, voidaan tätä aikaa sitten verrata aikatauluun ja
lisätä tarvittavaa työvoimaa siten, että työvaiheeseen kulunut aika sopii aikatau-
luun.
 - i. Tässä vaiheessa on hyvä tarkastella masakertoimien avulla muun mu-
assa kuinka siirrettävien maamassojen tilavuudet käyttäytyvät ylös kaivet-
taessa ja siirrettäessä ne kuljetuskaluston kyytiin. Vastaavasti voidaan

tarkastella neliömetreissä ilmoitettujen ohuiden murskerakenteiden vaatimat murskemäärät niin m³rtr, kuin massoina. Soveltuvassa laskentapohjassa on määramittausohjeen mukaiset solut varattuna massakertoimille.

7. Aliurakoiden sekä alihankintojen tunnistaminen
 - a. Mitä voidaan tehdä itse, mitä kannattaa ostaa ulkoa?
 - b. Aliurakoiden ja –hankintojen kilpailuttaminen
 - i. Aliurakkatarjousten vertailu ja yhdenmukaistaminen
 1. Mitä sisältävät; mitä tehdään itse
8. Yhteiskustannusten määrittely
 - a. Työmaan toiminnasta aiheutuvat kustannukset
 - i. Työmaan perustaminen, työmaakyltit, yms näkyvyysrakenteet
 - ii. Työturvallisuus
 - iii. Leasing-laitteiden (toimisto) vuokrat
 - iv. Työmaakoppien ja varastojen vuokrat
 - v. Työmaa-autojen vuokrat
 - vi. Mittaukset
 - vii. Toimihenkilöiden palkat ja km-korvaukset
 - b. Organisaation toiminnan tukeminen
9. Riskit
 - a. Aliurakkatarjousten voimassaoloaika, pitääkö ottaa huomioon mahdolliset hinnannousut?
 - b. Rakennustarvikkeiden saatavuus, sekä niiden hintakehitys
 - c. Inflaatio
 - d. Puutteet suunnitelmissa
10. Voittolisä
 - a. Arkikielessä käytetään termiä ”kate”
11. Arvonlisäveron huomiointi kokonaishintaan
12. Tarjouslomakkeiden täyttäminen sekä muiden tilaajan vaatimien lomakkeiden ja tietojen lisääminen tarjouslomakkeeseen
13. Tarjouksen lähettäminen
14. Ratkaisukirjeessä ilmoitettujen kilpailijoiden hintojen analysointi

Infra-alan urakoissa käsitellään pienessäkin urakassa helposti satoja kuutioita erilaisia maa-aineksiä, osa maa-aineksista on luontaisia maa-aineksia ja osa tehtyjä, kuten kalliomurskeet ja –sepelit.

Näiden materiaalien tilavuudet ja sitä myötä myös niiden tilavuuspainot vaihtelevat sitä mukaan, kuinka tiiviissä tai löyhässä muodossa nämä maa-ainekset ovat. Maa-ainesten tilavuuspainot ja niiden muuntokertoimet löytyvät Infra 2015 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö Määrämittausohjeesta (Rakennustieto 2015, 166–168).

Kun lähdetään arvioimaan laskennallisesti esimerkiksi sitomattoman kantavan kerroksen kustannuksia, on ensin määriteltävä käytettävät resurssit kuten esimerkiksi tähän tehtävään käytetään tällä kertaa 25 tn painoluokan pyöräkuormaajaa, jossa on työmaa-automaatiojärjestelmä sekä MassMaster -massanlevitystyöväline. Itsessään pyöräkuormaajalla on jokin tuntikustannus, jonka pyöräkuormaajan omistaja on laskenut ottaen huomioon niin koneen hankintahinnan (+ mahdollisesta rahoituksesta syntyvät kustannukset), ylläpidon kustannukset sisältäen huollot ja äkilliset korjaukset, kuljettajan palkan sivukuluineen sekä tietyn katemarginaalin, joka pitäisi olla koneen käytöstä saatavaa voittoa. Myös koneen lisälaitteilla, kuten 3D-järjestelmällä ja MassMaster-massanlevitystyövälineellä on vastaavat tuntikustannukset tai -vuokra, joka sisältää vastaavasti, tai pitäisi sisältää samat kustannuslajit kuin työkoneessa. Nämä koneiden ja niiden lisävälineiden kustannukset pitää huomioida laskemassa erillisinä riveinä, sillä voi olla, että pyöräkuormaajaa tarvitaan koko työmaan ajan, mutta lisävälinettä vain osan aikaa, joten ei ole järkevää maksaa lisävälineestä vuokraa koko työmaan ajan, vain niistä työvaiheista, jossa sille on tarve.

Seuraavaksi pitää selvittää, kuinka paljon massaa pyöräkuormaaja, tai jokin muu työkone, joka on valittu kyseiseen työhön, kykenee levittämään tunnissa. Pitää ottaa huomioon myös se, kuinka paljon massaa voidaan paikalle tuoda yhden tunnin tai työvuoron aikana tai onko järkevää varastoida tarvittava määrä materiaalia johonkin lähelle. Tällöin näiden materiaalien varastoinnista aiheutuu kustannuksia materiaalin vastaanotosta, eli siirtämistä aumalle sekä sen siirtämisestä aumasta rakenteeseen, eli materiaalin siirto kuljetusvälineeseen ja välineestä rakenteeseen. Ennakoon pitäisi selvittää, että mistä käytettävä kiviaines tuodaan, millä se tuodaan (nuppikuormana, kasettina), onko alueella mahdollista kasetointiin, pitääkö paikalle peruuttaa vai onko ajo levityspaikalle kuinka helppoa.

Esimerkkinä, vaikka laitteisto kykenisi levittämään kiviainesmassaa rakenteeseen optimaalisissa olosuhteissa jopa 800 tn tunnissa, ei se tarkoita, että siihen päästäisiin suurimmassa osassa tilanteista. Realistista on ajatella, että hyvänä suoritteena voidaan pitää normaaleissa olosuhteissa 160

tn tunnissa, eli neljää kasettiautoa tunnissa, eli kahdeksaa kippausta levityslaitteeseen. 15 minuuttissa pitäisi saada levitettyä 40 tn materiaalia, mutta jos kyseessä on ahtaampi paikka, nämäkin suoritteet ovat aivan liian optimistisia.

Karrikoiden ja yksinkertaistettuna voisi sanoa, että materiaalit ja koneet maksavat kaikille suunnitelleen saman verran. Eroavaisuudet yksikköhinnoissa syntyvät, puhtaasta tietämättömyydestä työsuoritteiden sisältämistä työvaiheista ja materiaaleista. Jätetään joko tahallaan tai tahattomasti osia laskematta, jolloin yksikköhinta saattaa merkittävästi erota suoritteen rakentamisen aiheuttamista kustannuksista. Toinen syy voi olla yritysten koko ja organisaatorakenne, jotka vaikuttavat hyvinkin voimakkaasti siihen, millaisen painon yksikköhintoihin yhteiskustannus aiheuttaa. Pienissä urakoissa yrityksen suuret kiinteät kustannukset vaikuttavat hyvinkin negatiivisesti, mutta suuremmissa urakoissa korkeammat yhteiskustannukset eivät niin paljoa enää vaikuta. Kolmantena syynä voidaan nähdä voittolisän suuruus.

Urakoissa, joissa on optioita, on hyvin yleistä siirtää optioiden yksikköhinnoista yhteiskustannukset varsinaisen pääurakan puolelle. Pääurakan toteutuessa mutta optioiden jäädessä pois, niiden sisältämät yhteiskustannukset kuitenkin konkretisoituvat ja täten nostavat hieman urakan tulosta. Tällöin tilaaja maksaa urakoitsijalle tyhjästä, jolloin voidaan taas kysyä tilanteessa, jos tilaaja on julkinen organisaatio, että ovatko veronmaksajien rahat tehokkaassa käytössä?

Liitteenä 1 on laatimani laskentapohja, josta käy ilmi opinnäytetyön kohteena olevan maarakennusalan harjoitusalueen resurssi- ja kapasiteettipohjaisena tarjouslaskentana suoritettu laskentatapa hyvin pienillä yhteiskustannuksilla sekä marginaalisella voittolisällä. Liitteessä 2 on esimerkki yhteiskustannusten laskennasta noin 3,5 miljoonan euron hankkeessa, joka vastaa enemmänkin oikean maarakennusalan urakan yhteiskustannusten laskentatapaa.

6 HANKINNAT JULKISESSA ORGANISAATIOSSA

Koulutuskuntayhtymä OSAOn omistavat kahdeksan Oulun ympäryskuntaa. Muita omistajia Oulun lisäksi ovat Hailuoto, Ii, Kempele, Liminka, Lumijoki, Muhos, ja Tyrnävä. Oulun ollessa suurin omistajapaikkakunta, olisi luontevaa, että OSAOn hankinnoissa noudatettaisiin Oulun hankintastrategiaa. OSAOlla on oma hankintapolitiikka, joka ei aivan vastaa Oulun kaupungin hankintastrategiaa, mutta hankintastrategia kyllä myötäilee kaupungin suunnitelmaa.

Tässä opinnäytetyön luvussa keskitytään yleisellä tasolla julkisen organisaation, kuten Oulun kaupungin, hankintoihin. Maarakennusalan harjoitusalueen rakentamiseen liittyy hankintoja, jotka tulee kilpailuttaa, kuten maa-ainekset, mahdolliset koneiden vuokraamiset, valaistus sekä suunnitelmien, että 3D-mallien teot koneautomaatiojärjestelmiin. Tämän luvun ajatuksia voidaan oikein hyvin hyödyntää tämän hankkeen kilpailuttamiseen.

6.1 Hankintapolitiikka julkisessa organisaatiossa

Julkisen organisaation toimintaa hankinnoissa ohjaavat Laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista (1397/2016) sekä Laki vesi- ja energiahuollon, liikenteen ja postipalveluiden alalla toimivien yksiköiden hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista (1398/2016).

Julkisessa hankkeessa kilpailuttamisprosessin päätavoitteena on löytää kokonaiskustannuksiltaan edullisin vaihtoehto, sekä huolehtia julkisten varojen rehellisestä ja oikeudenmukaisesta käytöstä. Tiukasti lailla ja asetuksilla määrättyssä kilpailutuksessa tavoitteena on, että hankinnassa tullaan huomioimaan kaikki tarjolla olevat vaihtoehdot asianmukaisesti ja valinta tehdään objektiivisesti, kuitenkin rahoittajan ja organisaation kokonaistaloudellisen edun mukaisesti loppukäyttäjää unohtamatta.

Hankintalain ohella julkisissa hankinnoissa pitää ottaa huomioon myös hallintolaki (2003/434), kuntalaki (410/2015), laki tilaajan selvitysvelvollisuudesta ja vastuusta ulkopuolista työvoimaa käytettäessä (2006/1233), laki viranomaisen toiminnan julkisuudesta (1999/621), henkilötietolaki (523/1999) sekä EU:n tietosuojasetus (2016/679) (Oulun kaupungin hankintamääräykset 2018)

Oulun kaupungin hankintaa ohjaavia asiakirjoja ovat lisäksi seuraavat:

- Kaupunkistrategia
- Hankintaohjelma
- Hankintamääräykset
- Hankintaohjeet (Oulun kaupungin hankintaohjelma 2017-2020.)

Oulun kaupungin hankintamääräykset ja ohjeet ovat sitovia rahoittajasta riippumatta, ohjeita tulee noudattaa ja ne koskevat kaikkia hankintoja, myös kynnysarvon alittavia hankintoja. Hankintapolitiikka siis seuraa hyvin vahvasti niitä ohjeita, säännöksiä sekä lakeja, joita sekä valtio että EU on säätänyt. Hankintalain 15§:ssä ja eritysalojen hankintalain 25§:ssä mainitaan, että ainoa poikkeus on kaupunkikonsernin sidosyksiköiden välisissä hankinnoissa, joissa ei ole kilpailuttamisvelvollisuutta (Laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista 29.12.2016/1397).

6.2 Hankintapolitiikan yhteys julkisen organisaation strategiaan

Oulun kaupungin kaupunkistrategian linjaus on, että kaupunki toimii osaavana ostajana ja terveen markkinoiden kehittäjänä. Hankinnoissa on käytettävä hankintakäytäntöjä, jotka ovat innovaatiomyönteisiä. Nykytilassa näiden hankintakäytänteiden käyttö edistyy. Tavoitteena on ollut, että vuonna 2020 sähköisen hankintajärjestelmän kautta tehdyistä hankinnoista olisi 20% innovaatiomyönteisiä hankintakäytäntöjä.

Oulun kaupungin hankintaohjelmassa on neljä päämäärää:

- Ensimmäinen päämäärä: "Hankinnat elinvoiman ja hyvinvoinnin vahvistamisessa".
 - Tavoite: *"Hyvinvointia voidaan vahvistaa asiakastarpeen mukaisilla monipuolisilla ja monialaisilla palveluilla", sekä "Elinvoimaa voidaan vahvistaa myös kilpailutusten valintakriteereiden ja sopimusehtojen avulla"*
- Toinen päämäärä: "Hankintaosaamisen tason nosto".
 - Tavoite: *"Hankintojen näkeminen osana kaupunki strategiaa ja kehittämistä sekä niiden avulla mahdollisuus muuttaa Oulun kaupungin palveluita ja tavarahankintoja tehokkaammiksi ja vaikuttavimmiksi edellyttää vahvaa, jatkuvasti ylläpidettävää hankintojen perusosaamista ja erikoistuneen osaamisen kehittämistä laajalaisesti"*
- Kolmas päämäärä "Hankintojen hallinta, tuloksellisuus ja vaikutus".

- Tavoite: ” Ennakoiva, suunnitelmallinen ja pitkäjänteinen hankintojen suunnittelu ja toteutus mahdollistaa hankintojen tuloksellisen ja vaikuttavan lopputuloksen”
- Neljäs päämäärä ” Yhteiskuntavastuu ja kestävä kehitys”.
 - Tavoite: ” Yhteiskuntavastuuseen sisältyvien eri osa-alueiden kehittämisessä hyödynnetään vahvasti kuntien ja muun julkisen sektorin sekä sidosryhmien yhteistyötä ja valmiita ohjeistuksia sekä palveluja, esimerkiksi Motiva OY:n hankintapalvelua ja THL:n hankinnoista-duunia materiaalia työllisyyskriteereiden käytöstä”. (Oulun kaupunki 2017)

Hankintastrategian ajatuksena on, että hankintoja tehdään vain aitoon tarpeeseen. Turhat ja huonosti kilpailutetut hankinnat nostavat vain kustannuksia, eivätkä ne täytä hankintalain henkeä yhteisten varojen tehokkaasta käytöstä. Mutta hankinnat on tehtävä kuitenkin niin, että ne vastaavat Oulun kaupunkistrategian arvoja, joita ovat rohkeus, reiluus ja vastuullisuus. Taulukko 1:ssä on esitetty hankintastrategien neljä päämäärää ja niiden tavoitteet. (Oulun kaupunki 2018).

TAULUKKO 1. Hankintastrategian neljä päämäärää (Oulun kaupungin hankintaohjelma 2017-2020)

Päämäärä	Tavoite
1. Hankinnat elinvoiman ja hyvinvoinnin vahvistamisessa	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Avataan mahdollisuuksia uusien ratkaisujen, tuotteiden ja palveluiden luomiselle. ➤ Hankinnoilla tuetaan uuden liiketoiminnan syntymistä ja yritysten tuote- ja palvelukehitys sekä innovaatiotoimintaa. ➤ P&k toimijoiden, yhteisöjen ja järjestöjen osallistumisen mahdollistaminen tarjouskilpailuihin. ➤ Hankinnan suunnittelussa ja hankinnan kohteen määrittelyssä hyödynnetään markkinat ja niiden toimintaperiaatteet ja tarkoituksenmukaisesti eri sidosryhmät (toimittajat, asiakkaat, loppukäyttäjät, järjestöt) osallistuvat hankinnan suunnitteluun.
2. Hankintaosaamisen tason nosto	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tarvetta vastaavat koulutukset. ➤ Hyödynnetään monipuolisesti hankintalain mahdollistamia menettelyitä. ➤ Yhteistyö eri hankintatoimijoiden, yritysten ja yhteisöjen sekä järjestöjen kanssa.
3. Hankintojen hallinta, tuloksellisuus ja vaikutus	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hankintojen strategisuus ja johtaminen vahvistuvat. ➤ Hankintoja ennakoidaan ja suunnitellaan pitkäjänteisesti. ➤ Suoritteiden tai suoritustavan ostamisesta siirrytään tulosten ja vaikutusten ostamiseen. ➤ Hankintatoimintaa johdetaan tavoitteellisesti mitattavalla tiedolla.
4. Yhteiskuntavastuu ja kestävä kehitys	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Harmaantalouden torjunta. ➤ Energiatieteiden edistäminen. ➤ Ympäristöratkaisujen edistäminen. ➤ Hankinnoissa käytetään soveltuvin osin työllistämisehtoja.

Päämäärät yhdessä tähtäävät siihen, että oikein tehtyjen hankintojen kautta saataisiin säästöjä aikaiseksi sekä lisättyä seutukunnan taloudellista aktiiviteettiä. Lisääntynyt taloudellinen aktiiviteetti toisi lisää töitä Oulun talousalueelle sekä toisi lisää verotuloja kaupungin ja valtion kassaan. Näiden tavoitteiden toteutuessa Oulun kaupungista kehittyisi kaupunki, jossa yritystoimintaa olisi mahdollista toteuttaa ja kasvattaa niistä menestyviä kasvuyrityksiä. Kun kaupungilla on vetovoimaa, niin myös kaupungin sisällä toimivat toimijat hyötyvät tästä.

TAULUKKO 2. Päämäärä 1. Hankinnat elinvoiman ja hyvinvoinnin vahvistamisessa (Oulun kaupungin hankintaohjelma 2017-2020)

Tavoite	Toimenpiteet	Mittari
Avataan mahdollisuuksia uusien ratkaisujen, tuotteiden ja palveluiden luomiselle.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Hankintojen toteutuksessa hyödynnetään innovaatiomyönteisiä hankintakäytänteitä. ▶ Toteutetaan palveluntuottajien arviointikysely kaupungin hankintojen ohjausvaikutuksesta ja kannustavuudesta. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Innovaatiomyönteiset hankintakäytänteet kehittyvät ja niiden hyödynnetään yhä useammin. ▶ Selvitys yrittäjille toteutettu 2020 konsernihallinnon ohjauksessa.
Hankinnoilla tuetaan uuden liiketoiminnan syntymistä ja yritysten tuote- ja palvelukehitys sekä innovaatiotoimintaa.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Hankinnoissa toteutetaan tuote- ja palvelutestausta ja kaupunki toimii kokeilu-, pilotointi ja testausalustana uusille ja kehitteillä oleville ratkaisuille. 	
P&k toimijoiden, yhteisöjen ja järjestöjen osallistumisen mahdollistaminen tarjouskilpailuihin.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Hankinnat tehdään p&k yrityksille sopivina kokonaisuuksina mahdollisuuksien mukaan. ▶ Hankinnoissa huomioidaan myös yhteisöjen ja järjestöjen palvelutuotannon tarjoamat mahdollisuudet. ▶ Pienhankinnat toteutetaan avoimesti ja syrjimättömästi. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ P&k yrittäjien, yhteisöjen ja järjestöjen jättämien tarjousten määrä/vuosi.
Hankinnan suunnittelussa ja hankinnan kohteen määrittelyssä hyödynnetään markkinat ja niiden toimintaperiaatteet ja tarkoituksenmukaisesti eri sidosryhmät (toimittajat, asiakkaat, loppukäyttäjät, järjestöt) osallistuvat hankinnan suunnitteluun.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Hankinnan suunnitteluvaiheessa hyödynnetään monipuolisesti erilaisia markkinavuoropuhelun ja viestinnän keinoja. ▶ Hankinnan suunnittelussa huomioidaan asiakastarve ja käyttäjälähtöisyys tarkoituksenmukaisin osallistumisen keinoin. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Ennen hankintailmoituksen julkaisua tehdyt markkinavuoropuheluiden ja viestinnän erilaiset toimet lisäntyvät. ▶ Asiakkaan/käyttäjän osallistumisen keinot (esim. palvelumuotoilu, asiakastarvekyselyt, työryhmät jne) käytössä lisääntyvät.

TAULUKKO 3. Päämäärä 2. Hankintaosaamisen tason nosto (Oulun kaupungin hankintaohjelma 2017-2020)

Tavoite	Toimenpiteet	Mittari
Tarvetta vastaavat koulutukset.	<ul style="list-style-type: none"> Hankintakoulutuksia toteutetaan keskitetysti, suunnitelmallisesti ja monimuotoisesti. 	Koulutuksien määrä vuodessa.
Hyödynnetään monipuolisesti hankintalain mahdollistamia menetelmiä.	<ul style="list-style-type: none"> Hyödynnetty soveltuvin osin innovaatiokumppanuutta, dynaamista hankintajärjestelmää, sähköistä huutokauppaa, neuvottelumenettelyitä. 	Kpl/vuodessa kaikki kansallisen kynnysarvon ylittävät hankinnat.
Yhteistyö eri hankintatoimijoiden, yritysten ja yhteisöjen sekä järjestöjen kanssa.	<ul style="list-style-type: none"> Verkostoihin osallistuminen ja verkostojen osaamisen hyödyntäminen Kaupungin sisäinen yhteistyö: hankintavastaavien verkosto toiminnassa. 	

TAULUKKO 4. Päämäärä 3. Hankintojen hallinta, tuloksellisuus ja vaikutus (Oulun kaupungin hankintaohjelma 2017-2020)

Tavoite	Toimenpiteet	Mittari
Hankintojen strategisuus ja johtaminen vahvistuvat	<ul style="list-style-type: none"> Strategiset hankintalinjaukset on kirjattu kaupungin ohjaviin strategiaan asiakirjoihin. Hankintatoimen omistajuus on määritelty. 	<ul style="list-style-type: none"> Ohjaavat linjaukset eri tasoilla asianmukaisesti kirjattu ja omistajuus määritelty.
Hankintoja ennakoidaan ja suunnitellaan pitkäjänteisesti	<ul style="list-style-type: none"> Kaupungissa on laadittu hankinta-, investointi- ja kehityssuunnitelmat, joissa on asetettu tavoitteet innovatiivisuudelle ja kestäväydelle. Hankkeiden projektisuunnitelmien yhteyteen tehdään hankintasuunnitelmat. Suuri osa innovatiivisten hankintojen potentiaalista on hanke- ja kehityssuunnitelmissa. Hankinnat ovat osa talouden suunnittelua ja ennustamista. Yhteishankintoja kehitetään ja hyödynnetään resurssitehokkuuden ja tulosten parantamiseksi. 	<ul style="list-style-type: none"> Suunnitelmat on toteutettu ja vuosittain ajan tasalla. Hankintojen vaikuttavuuspotentiaali on arvioitu. Suunnitelmien julkistaminen ja päivittäminen muille julkisille hankintayksiköille ja yrityksille vähintään 3 vuotta eteenpäin.
Suoritteiden tai suoritustavan ostamisesta siirrytään tulosten ja vaikutusten ostamiseen.	<ul style="list-style-type: none"> Hankinnat kilpailutetaan mahdollisuuksien mukaan tavoite-, tulos- tai vaikutusperusteisesti toimenpiteiden ja resurssien sijaan. Sopimuksissa käytetään tulostavoitteita, kannuste- tai sanktiomekanismeja. Sopimusehtojen noudattamista ja sopimuksen onnistumista valvotaan sopimuskautella, jotta sopimukset hyödynnetään täysimääräisesti ja niihin sisältyviä/neuvoteltuja oikeuksia käytetään. Kokeilumyönteisyyttä vahvistetaan. 	<ul style="list-style-type: none"> Hankinnat, joissa hankinnan kohde on määritelty tulosten ja vaikuttavuuden kautta tai on käytetty vaikuttavuuden kannustavia vertailuperusteita, määrä lisääntyy. Tulostavoitteita, kannuste- ja/tai sanktiomekanismeja sisältävät sopimusten määrä lisääntyy.
Hankintatoimintaa johdetaan tavoitteellisesti mitattavalla tiedolla	<ul style="list-style-type: none"> Hankinnan tietopohjan ja tarvittavien työkalujen sekä tietojärjestelmäkokonaisuuden kehittäminen. Hankintatoiminnan ja hankintojen tunnuslukuja ja tavoitemittareita, arviointia ja raportointia sekä valvontaa kehitetään ja otetaan käyttöön. Hankinnan tulokset (taloudellinen, laadullinen, asiakastytyväisyys, ekologinen jne) kirjataan ja raportoidaan. 	<ul style="list-style-type: none"> Hankintatoiminnan johtaminen tavoitteellisesti mitattavalla tiedolla toteutuu riittävän luotettavalla tasolla.

TAULUKKO 5. Päämäärä 4 Yhteiskuntavastuu ja kestävä kehitys (Oulun kaupungin hankintaohjelma 2017-2020)

Tavoite	Toimenpiteet	Mittari
Harmaantalouden torjunta.	<ul style="list-style-type: none"> – Taataan aito kilpailutilanne ja tasapuolisuus. – Valvotaan sopimuksessa olevaa ketjutuskieltoa. – Sopimuskumppanin alihankintaketjun todelliset työntekijät varmistetaan. – Tunnistetaan lyhyen elinkaaren yhtiöt. – Sidonnaisuuksien valvonta. – Esteellisyyden ja kaksoisroolin tunnistaminen. 	Valvonnan toteutuminen.
Energiatehokkuuden edistäminen.	<ul style="list-style-type: none"> – Hankinnoissa sovelletaan tarkoituksenmukaisin osin Työ- ja elinkeinoministeriön Energiatehokkuus julkisissa hankinnoissa -ohjetta julkisten hankintojen energiatehokkuudesta. – Hyödynnetään Motivan hankintapalveluja ja tietopankkia kestävien hankintojen toteutuksessa. – Huomioidaan Oulun kaupungin Oulun kaupungin ympäristöohjelma sekä energiatehokkuussopimus vuosille 2017-2025. 	Energiatehokkuuden huomioivat hankinnat lisääntyvät.
Ympäristöratkaisujen edistäminen.	<ul style="list-style-type: none"> – Hankinnoissa huomioidaan Oulun kaupungin ympäristöohjelma – Hankinnoissa käytetään ympäristökriteereitä tarkoituksenmukaisella tavalla. – Toteutetaan nykytilakartoitus kestävästä hankinnoista ja kehitetään merkittävimpien kestävien hankintojen ohjeistusta, seuranta ja vaikutusten arviointia. 	<p>Ympäristökriteereitä sisältävien hankintojen määrä lisääntyy.</p> <p>Toteutuminen 2020 mennessä.</p>
Hankinnoissa käytetään soveltuvin osin työllistämisehtoja.	<ul style="list-style-type: none"> – Sovelletaan työllisyyttä edistäviä hankintakriteereitä ja sopimusehtoja. 	Työllistämisehtoja sisältävien hankintojen määrä lisääntyy.

6.3 Vastuullisuuden merkitys hankinnoissa julkisella puolella

Oulun kaupungin hankintaohjelman (Taulukko 5.) päämäärä numero neljä tähtää vastuullisuuteen sekä kestävään kehitykseen. Hankinnoissa korostuukin vastuullisuuteen tähtäävät osa-alueet:

1. Harmaan talouden torjunta
 - o Yhteistyö kilpailu- ja kuluttajaviranomaisten kanssa
 - o Alihankintaketjussa toimivien työntekijöiden todellisen työsuhteen selvittäminen
2. Energiatehokkuuden edistäminen
 - o Tuotteen tai palvelun elinkaarenaikaiset kustannukset sekä energiantarve
 - o Motivan ohjeistukset
3. Ympäristöhaittojen ennaltaehkäisy
 - o Resurssiviisaat hankinnat vähentävät CO2-päästöjä, lisäävät energiatehokkuutta ja säästävät luonnonvaroja
4. Työllistymistä edesauttavat toimet
 - o Kumppanuussuhteet, innovaatioita tukevat hankinnat

Näiden osa-alueiden lisäksi vastuullisuuteen tähtäävät lähiruuan sekä luomuruokien suosiminen. Kun tuetaan paikallista elinkeinoelämää sekä ruuantuotantoa, raha jää paikkakunnalle. Tällöin raha

tullaan käyttämään paikallisesti, jolloin siitä hyötyvät itse hankinnan kohteena oleva yrittäjä, hänen asiakkaansa sekä kaupunki itse lisääntyneinä verotuloina.

6.4 Hankintatoimen kehittäminen strategisen ajattelun pohjalta julkisissa organisaatioissa

Hankintatoimen kehittämisessä siirretään resurssoinnin painopistettä vanhasta tavasta kilpailuttavaan uuteen hankintamenetelmään, jossa selvitetään todelliset tarpeet ja kartoitetaan toimittajamarkkinoiden tilanne ja saatavilla olevat mahdollisuudet. Tarpeen selvittämiseen osallistuvat niin hankintatoimen asiantuntijat kuin loppukäyttäjätkin, jolloin todellinen tarve selviää. OSAOn hankintastrategiassa tämä on jo huomioitu siten, että aina kun organisaation kilpailutusrajan ylittyy, otetaan se taho mukaan hankintojen suunnitteluun, jolla on varsinainen substanssi kyseistä hankintaa kohtaan.

Perinteisesti hankinnan resurssien pääpaino on ollut kilpailutuksessa, hankintapäätöksessä sekä sopimuksen laadinnassa, sekä näiden analysoinnissa. Mutta uudessa mallissa keskitytään entistä enemmän hankinnan suunnitteluun ja valmisteluun. Mitä tarkemmaksi saadaan tarpeen ennakkoselvittely, voidaan tarpeen kaikki spesifikaatiot selvittää ennalta ja tarjousvaiheen vertailuun saada yhtenäisiä, vertailukelpoisia tarjouksia, jolloin voidaan valinta tehdä täysin objektiivisesti.

6.4.1 Mitä ostamme, minkälaisilta markkinoilta ja minkälaisilta toimittajilta?

Oulun kaupungin nettisivuille on kootusti listattu kaikki ne palvelut, joita kaupunki tuottaa. Näitä ydinosaamisalueita ovat muun muassa terveyteen, kaavoitukseen sekä koulutukseen liittyviä toimintoja. Pohjolan (2018) mukaan edellä kuvatut palvelut ovat niin kutsuttuja julkishyödykkeitä, eli sellaisia hyödykkeitä, joita kaikki käyttävät, mutta joiden toimittaminen markkinoiden kautta ei onnistu, sillä niiden käyttöä on todella hankala valvoa. Esimerkiksi katujen rakentaminen tai niiden kunnossapito, jokainen niitä käyttää mutta harva olisi valmis maksamaan erillistä maksua joka kerta kun niitä käyttää, joten niiden rakentamiseen ja ylläpitoon tarvittava rahoittaminen tapahtuu verotuksen kautta.

Monet palveluista sisältää kuitenkin sellaisia osia, joita kaupunki ei itse tuota, vaan se käyttää näissä palveluissa kilpailutettuja ostopalveluita, eli kaupunki on ulkoistanut osan toiminnoistaan.

Hyvänä esimerkkinä on katujen, puistojen sekä muiden viheralueiden rakentaminen tai kunnallistekniikan rakentaminen sekä niiden saneeraukset; kaupunki kilpailuttaa suurimman osan näistä töistä, mutta tekee kuitenkin osan itse omana työnään. (Oulun kaupunki 2018)

Hankintastrategian sekä hankintalakien mukaisesti toimiessa yhteistyökumppaneiden valintaan tulee kiinnittää erityistä huomiota. Näiden yhteistyökumppanien sekä hankintakilpailuihin osallistuvien yritysten yhteiskunnallisten veloitteiden huolellinen tarkastaminen sekä heidän alihankintaverkoston läpikäynti pitää huolen siitä, että organisaatio osaltaan on estämässä harmaata taloutta. Hankinnan konkretisoituessa sopimuskauden aikana tulee myös valvoa sitä, että tuote tai palvelu on sitä mistä sovittu. (Oulun kaupunki 2017)

Tasapuolinen ja syrjimätön kohtelu jokaista kohtaan tarkoittaa myös sitä, että jokaiselta osallistuvalla tarkastetaan ovatko he täyttäneet yhteiskunnalliset velvollisuutensa. Tasapuolisuutta on myös tarkastella, kuinka hyvin hankintasopimuksia noudatetaan; ovatko hankinnat olleet sitä mistä ollaan maksettu ja ovatko ne kestäneet kuinka hyvin käyttöä. (Oulun kaupunki 2017)

Oulun kaupungin hankintaohjelman mukaan innovatiivisuus hankinnoissa voi olla hankintaprosessin kehittämistä, uudenlaiset käytänteet hankinnoissa, innovaatiokumppanuudet, tuotetestaukset ja -kehittämiset yhteistyössä eri yritysten kanssa, sanktio/bonus -malli. OSAOn kaltaisessa organisaatiossa, jossa opiskelijatöihin tarvittavien materiaalien hankinnat ovat suhteellisen suuria kuluja, tulisikin huolehtia siitä, että nämä materiaalit tulevat kunnolla hyödynnetyiksi. Nykyisellään opiskelijoiden tapa kuluttaa materiaaleja ei ole linjassa kestävä kehityksen idean kanssa. Esimerkiksi jos opiskelijan taskusta tippuu ruuvilaatikko maahan, sitä ei välttämättä nosteta aina ylös ja käytetä, vaan haetaan varastosta uusi laatikko. Vastaavasti roskeen heitetään materiaaleja, jotka ovat käyttökelpoisia. Hankittavien tuotteiden kunnollinen hyödyntäminen loppuun saakka olisi jo innovatiivinen ajatus organisaation tasolla, joka varmasti toisi pitkällä aikavälillä suuriakin säästöjä.

6.4.2 Miten hyödynnämme toimittajamarkkinoiden mahdollisuuksia?

Hankintastrategian mukaisesti, kun on tunnistettu tarve palvelulle tai jollekin tuotteelle, niin tulee suorittaa markkinakatsaus, eli mitä toimijoita milläkin alalla on ja millaisia tuotteita ja palveluita he tarjoavat. Toimivien ja vapaiden markkinoiden yksi ominaispiirre on se, että yritykset voivat tulla

markkinoille ja vastaavasti poistua markkinoilta niin halutessaan, jolloin markkinat ovat aina muutoksen alla. Tästä muutoksesta johtuen toimittajamarkkinoita on syytä seurata myös silloin, kun varsinaista tarvetta hankinnoille ei ole. Toimittajamarkkinoiden aktiivinen seuraaminen lyhentää hankintaprosessin läpimenoaikaa ja näin ollen laskee hankinnoista syntyviä kustannuksia.

Kun havaitaan esimerkiksi rakennusalalla laskusuhdanne, niin tarjonnan ja kysynnän lakien mukaisesti, rakentamisen kustannukset pienenevät; tässä vaiheessa olisi oikea aika käynnistää sellaisia rakennusprojekteja, jotka ovat organisaation mittakaavassa merkittäviä. Tällöin estetään osaltaan työttömyyttä ja pidetään ihmiset sekä yritykset työnsyrjässä kiinni.

Osaltaan OSAOn tapa kilpailuttaa organisaatiotasolla hankintoja on hyvä, sillä hankintojen kilpailuttamiseen liittyy useampi laki ja asetus, joiden tunteminen on ensi arvoisen tärkeää. Tämä tekee samalla yksikkökohtaisen tai yksikön sisäisen hankinnan hyvin raskaaksi ja aikaa vieväksi. Siksi yksiköistä tulisi nimetä henkilöt, joiden vastuulla olisi yksikkö- tai osastokohtaiset hankintojen kilpailuttaminen ja hankinta johonkin tiettyyn rahasummaan asti, esimerkiksi 10 000–100 000 euroa, joka olisi riippuvainen niin yksikköjen hankintatarpeista kuin hankintojen kalleudesta. Kun nimetyt henkilöt pitävät silmällä markkinoita ja kun hankinnan aika koittaa, on varsinaiseen hankinnan kilpailuttamiseen ja hankintaan kuluva aika huomattavasti lyhyempi ja tätä kautta hankintojen hyöty tulee nopeammin konkreettiseksi. Antamalla näille henkilöille koulutusta hankinnoista sekä niihin liittyvistä asetuksista sekä laeista varmistetaan, että hankinnat tulevat kilpailutetuiksi oikein.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aiheena on Koulutuskuntayhtymä OSAOn Haukiputaan yksikön maarakennusalan harjoitusalueen kehittäminen. Tavoitteena on löytää sellainen suunnitelma-aihio, jota voidaan hyödyntää alueen kehittämisessä. Opinnäytetyön aikana tämän opinnäytetyön kirjoittaja kehitti useita suunnitelmavaihtoehtoja, joista yksi oli sellainen, joka sopisi alueen tarpeisiin. Alueen nykytila ei vastaa muuttuvan maarakennusalan tarpeisiin nyt eikä lähitulevaisuudessa. Siksi alueen perusrantaminen tulee tapahtua seuraavan viiden vuoden aikana. Rakennustyöt voidaan suorittaa opiskelijatyönä, jolloin opiskelijat saavat arvokasta kokemusta niin rakennushankkeesta kuin koneiden käyttämisestä. Maarakennusalan digitalisaation vuoksi on tärkeää, että suunnitelmista tehdään koneohjausmallit, jolloin tarvittavien työvaiheiden suorittamisen aikana opiskelijat voisivat harjoitella näiden mallien avulla koneiden käyttämistä realistisissa olosuhteissa, mutta kuitenkin turvallisissa ja kontrolloiduissa.

OSAOn maarakennusosaston käytössä on yhteensä noin 40 erilaista työkonetta. Tähän lukuun sisältyvät niin kaivinkoneet, pyöräkoneet, kuorma-autot, dumpperi, puskukone kuin nosturiautotkin. Pääasiassa konekanta on suhteellisen iäkästä, johtuen maarakennuskoneiden pitkästä käyttöiästä sekä siitä, että koneiden vuosittainen käyttötuntimäärä on suhteellisen pieni, jolloin käyttötuntikeritys ei kumuloidu yhtä voimakkaasti kuin jos käyttöä vertaa kaupallisessa toiminnassa oleviin koneisiin. OSAOlla on konehankintoihin liittyvä linjaus, jossa koneita pyritään hankkimaan vuosittain ainakin yksi kappale ja samalla poistamaan käytöstä vanhimpia koneita.

Kun konekalusto on pääasiassa oppilaiden käytössä, niiden käyttö on tällöin suhteellisen rajua, mikä aiheuttaa väistämättä sen, että koneita täytyy huoltaa huomattavan usein. Koneiden perushuollosta vastaavat opiskelijat itse huollon kurssilla. Haastavammat korjaustoimenpiteet teetetään ulkopuolisella taholla. On osittain perusteltua pitää omia koneita, sillä näille koneille voivat opiskelijat tehdä huoltoja ja harjoitella koneiden käytön perusteita. Tulisi myös miettiä koneiden tai pelkästään koneisiin asennettävien 3D-järjestelmien vuokraamista, jolloin konekannassa olisi aina maarakennuskoneita, joiden toiminta olisi varmaa ja ne olisivat uusinta uutta, niin koneet kuin mitalaitteetkin. Mielestäni olisi myös perustelua lähestyä alan suuria toimijoita, kuten konevalmistajia ja infra-alan yrityksiä, ja keskustella heidän kanssaan mahdollisesta yhteistyöstä. Jos yhteistyö onnistuisi, voisi se tarkoittaa parhaimmillaan sitä, että konevalmistaja lähettäisi vuosittain koneen tai koneita opistolle harjoittelukäyttöön. Tämän kaltaisesta yhteistyöstä hyötyisi jokainen osapuoli.

OSAO saisi mahdollisesti käyttöönsä uuden tai vähän ajatun koneen, jota opiskelijat varmasti käyttäisivät mieluusti, ja yhteistyökumppani saisi oivan markkinointipaikan alan opiskelijoiden keskuudessa. Hehän he ostavat tulevaisuudessa koneita, ja on todennäköistä, että he saattaisivat kohdistaa hankinnan sellaiseen koneeseen, josta heillä on hyviä kokemuksia.

Maarakennusalan opetusympäristön rakentaminen nykyaikaiselle tasolle on toimenpide, joka parantaa huomattavasti henkilökunnan työskentelyolosuhteita, nostaa ammattiopiston profiilia alan opetuksen tarjoajana, madaltaa konekalustoon kohdistuvia kustannuksia sekä mahdollistaa ympärivuotisen opettamisen maa-aineksilla. Kun alue rakennetaan vielä koulun omana työnä, eli käytännössä opiskelijatyönä, on se hyvä oppimismahdollisuus sekä itse rakennusvaiheella on merkittävä työllistävä vaikutus monelle vuosikurssin opiskelijalle.

Tämän opinnäytetyön jatkokehityskohteena voisi toimia monipuolisten ja -muotoisten koneohjausmallien tai muiden harjoitteiden laatiminen alueelle rakennettavalle harjoitusalueelle. Mallit ja harjoitteet voisivat mukailla kaupungin tai taajama-alueen vesihuoltoverkoston tai katujen rakenteita kapeita ja syviä kaivantoja ahtaissa tiloissa.

LÄHTEET

Annala, Aleksi 2021. Vaihto-omaisuus – kirjanpito ja verotus. Hakupäivä 25.4.2022
<https://www.rantalainen.fi/julkaisut/artikkelit/vaihto-omaisuus-kirjanpito-ja-verotus/>

Destia Oy 2022. OKTO®-rakennustuotteet. Hakupäivä 10.3.2022. <https://www.destia.fi/palvelut/ki-viaines-ja-kiertotalous/okto-rakennustuotteet/>

Geologian tutkimuslaitos. (-). Maalajien ominaisuudet ja soveltuvuus eräisiin käyttötarkoituksiin. Hakupäivä 15.3.2022. <http://weppi.gtk.fi/aineistot/mp-opas/kuvat/maalajiominaisuudet.pdf>

Laki vesi- ja energiahuollon, liikenteen ja postipalvelujen alalla toimivien yksiköiden hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista 1398/2016. Hakupäivä 7.6.2021.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161398>

Laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista 1397/2016. Hakupäivä 7.6.2021.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161397>

Järvinen Ville, Maarakennusalalla pienet yritykset mukaan digikelkkaan, RALA Rakentamisen laatu 2017 <https://www.rala.fi/ajankohtaista/blogit/maarakennusalalla-pienet-yritykset-mukaan-digikelkkaan/>

Koivuranta, Matti 2019. Taloustieteen perusteet -kurssin materiaali. Oulun Yliopisto

Koulutuskuntayhtymä OSAO. Koulutuskuntayhtymä OSAO Hankintaperiaatteet ja pienhankinta-ohje 2021, sisäinen ohjejulkaisu

Koulutuskuntayhtymä OSAO, Tietoa OSAOsta. Hakupäivä 15.4.2022. <https://www.osao.fi/tietoa-osaosta/hallinto-ja-paatöksenteko/>

A Saint-Gobain brand, 2017. Leca-kevytsora infrarakentamisessa, suunnitteluohje. Hakupäivä 9.2.2022. <https://www.leca.fi/dokumentit/suunnitteluohjeet>

Novatron. 2022. Koneohjauksen hyödyt. Hakupäivä 9.8.2022. <https://novatron.fi/mita-on-koneohjaus/>

Oulun kaupunki 2017. Oulun kaupungin hankintaohjelma. Hakupäivä 9.5.2021. https://www.ouka.fi/documents/52058/17394318/Hankintaohjelma_2017.pdf/756ed02a-e6fb-4721-b204-8d60a8412023

Oulun kaupunki 2018. Oulun kaupunkistrategia 2026. Hakupäivä 9.5.2021. <https://www.ouka.fi/oulu/paatoksenteko-ja-hallinto/oulun-strategia>

Oulun kaupunki. Oulun kaupungin hankintamääräykset 2018. Hakupäivä 9.5.2021 <https://www.ouka.fi/documents/52058/101334/Hankintam%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ykset+voimaan+23.4.2018.pdf/ddad19b0-23ae-4fa9-9199-a7b6e86cb389>

Opetushallitus 2020. Rakennusalan perustutkinto. ePerusteet OPH-4354-2020. Opetushallitus. Hakupäivä 10.4.2022. <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/ammattillinen/6902593/tiedot>

Opetushallitus 2021. Rakennusalan perustutkinto. ePerusteet, maarakennuskoneiden 3D-ohjaus, OPH-4980-2021. Opetushallitus. Hakupäivä 10.4.2022. <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/ammattillinen/7854762/tutkinnonosat/7856541>

Pohjola, Matti. 2019. Taloustieteen oppikirja. Helsinki. Sanoma Pro Oy.

Pennanen, Jari 2022. Sähköpostivastaus vaahtolasin käyttökelpoisuudesta, 9.2.2022 Uusioaines Oy

Rakennustieto 2015. Infra 2015 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö Määrämittausohje. Rakennustietosäätiö RTS. Tampere 2015. Hakupäivä 2.6.2021 https://tiedostot.rakennustieto.fi/liitteet/infra-ryl/Infra_2015_Maaramittausohje.pdf

Stenius, Antero & Pitsinki Vesa 2021. Rakennusprojektin kustannussuunnittelu. Opintojakson luennot keväällä 2021. Oulun ammattikorkeakoulu. Rakennusprojektin tehokas johtaminen, tekniikan ylempi ammattikorkeakoulututkinto.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2022. Melun aiheuttamat terveystaitat. Hakupäivä 8.8.2022.
https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/melu#melun_aiheuttamat_terveyshaitat

Tieteen termipankki 2017. Tappiontasaus. Hakupäivä 4.10.2022
<https://tieteentermipankki.fi/wiki/Oikeustiede:tappiontasaus>

Tilastokeskus. 2022. Maarakennuskustannusindeksi. Hakupäivä 25.7.2022.
<https://www.stat.fi/julkaisu/ckfp7dlg829kq0160qu8hz56m>

Valtiovarainministeriö 2019. Saavutettavuus. Hakupäivä 16.5.2021.
<https://vm.fi/saavutettavuusdirektiivi>

Valtioneuvoston asetus rakennustyönturvallisuudesta, 26.3.2009/205 Hakupäivä 7.6.2021:
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090205>

Tulvakeskus 2022. Routatilanne. Hakupäivä 7.2.2022. <https://www.vesi.fi/karttapalvelu/?theme=finnrouy&teema=routatilanne>

LIITTEET

Tarjouslaskentataulukko liite 1

Yhteiskustannuslaskenta liite 2

Kyselyn vastaukset liite 3

Periaatekuva, alueen yleissuunnitelma liite 4

Rakenteen taiteviivat liite 5

Rakennepoikkileikkaus A-A, B-B liite 6

Rakennepoikkileikkaus C-C, D-D liite 7

Rakennepoikkileikkaus E-E, F-F, G-G, H-H liite 8

Kuivatuskaivon periaatekuva liite 9

LIITE 1

Tarjouslaskentataulukko

Lutera	Reurasa	Resurssit Käytä vakiotoimia yhenteitä esim ram, ka, kkht, kktpp, th, kup, jyvä			K1, K2, K3 -kertoimilla voidaan muuttaa yksikköjä siten, että käytettävät kerroimet ovat näkyvillä esim m2 --> tn		Määräluettelon tai määrälaskennan mukainen määrä		Laskennassa käytettävän resurssin kapasiteetti tuntia kohtain		Resurssin ä hinta		Kap/Määrä kertaa ä hinta = hinta kok		Yksikköhintaan lisätty kate%, huom. ns.		Yhteiskustannusprosentti		Kirjoita tähän haluttu yhteiskustannusprosentti		Yhteiskustannusprosentti koitottu vain yhteiskustannusvahitteista, alla		Kokonaistarjoushinta, johon sisältyy kate sekä yhteiskustannus	
		K1	K2	K3	Määrä	Yksikkö	Kapasiteetti	Kap/Määrä	Hinta/h	Resurssin ä hinta	Hinta/kok	Hinta/kk	Kate %	100	100 %	100 %	Talpoahma avo %	224 894,27 €						
Jumppakenttä																							224 894,27 €	
Purettava valopylväs																							1 117,12 €	
	Työt				4 kpl						1 095,00 €	273,75 €	276,52 €		279,28 €									
	ram				4 kpl			2	2,00 h		40,00 €	80,00 €	20,00 €											
	ka				1 kpl				1,00 h		75,00 €	75,00 €	75,00 €											
	kkhp				4 kpl				2,00 h		70,00 €	140,00 €	35,00 €											
	Jättemaksut				4 erä				4,00 erä		200,00 €	800,00 €	200,00 €											
Maaleikkauksen erittelemätön läjitykseen (sis. Kuljetuksen)																							97 361,28 €	
	Työt				14000 m3ktr						95 433,33 €	6,82 €	6,89 €		6,95 €									
	kkht				14000 m3ktr			50	280,0 h		95,00 €	26 600,00 €	1,90 €											
	ka				14000 m3ktr			16	875,0 h		70,00 €	61 250,00 €	4,38 €											
	Vastaanotto			1,000	14000 m3ktr			120	117 h		65,00 €	7 583,33 €	0,54 €											
Salaojaputki 110 M SN8 sis. Kaivu, salaajatoran ja suodatinkankaan																							8 892,87 €	
	Työt ja materiaalit				380 m						8 716,78 €	22,94 €	23,17 €		23,40 €									
	kkht				18			18	21,1 h		75,00 €	1 583,33 €	4,17 €											
	ram			1	1			1	380 m		35,00 €	738,89 €	1,94 €											
	lätkä				18			18	21,1 h		5,00 €	105,56 €	0,28 €											
	salaajasepeli			0,5	2,3			1	437 tn		9,00 €	3 933,00 €	9,00 €											
	suodatinkangas N3				4			1	1520 m2		0,45 €	684,00 €	0,45 €											
	salaojaputki 110				1,1			1	418 m		4,00 €	1 672,00 €	4,00 €											
Salaojan tarkastuskaivo 560 Bet sis. Kaivun ja täytön																							3 257,45 €	
	kkht				6 kpl			4	1,5 h		75,00 €	112,50 €	18,75 €											
	ram			1	1			1	6 kpl		35,00 €	52,50 €	8,75 €											
	salaojan tarkastuskaivo bet			1	1			1	6 kpl		500,00 €	3 000,00 €	500,00 €											
	kam 0-32			1,5	0,15	2,3	3,105 tn	1	3,1 tn		9,00 €	27,95 €	9,00 €											
Salaojan tarkastusputki 200/110 M sis. Kaivun ja täytön																							1 810,86 €	
	kkht				10 kpl			4	2,5 h		75,00 €	187,50 €	18,75 €											
	ram			1	1			1	10 kpl		35,00 €	87,50 €	8,75 €											
	salaojan tarkastusputki			1	1			1	10,0 kpl		150,00 €	1 500,00 €	150,00 €											
	kam 0-32			0	0,15	2,3	0 tn	1	0,0 tn		9,00 €	0,00 €	#JAKO/01											
Harjoitusalueen kuivatuskaivot 1000/600 B (sis. Kaivu ja täytön)																							15 920,46 €	
	Työt				4 kpl						15 605,20 €	3 901,30 €	3 940,71 €		3 980,11 €									
	ram			2				0,1	80,0 h		35,00 €	2 800,00 €	700,00 €											
	kkht				4 kpl			0,1	40,0 h		75,00 €	3 000,00 €	750,00 €											
	kup				4 kpl			0,1	40 h		55,00 €	2 200,00 €	550,00 €											
	Materiaali				4 kpl						7 605,20 €	1 901,3 €												
	bet.kaivo 1000/600 mm				1			1	4 kpl		500,00 €	2 000,00 €	500,00 €											
	kansisto				4 kpl			1	4 kpl		400,00 €	1 600,00 €	400,00 €											
	Suodatinkangas, rulla				800 m2			1	800 m2		2,00 €	1 600,00 €	2,00 €											
	salaajasepeli				15	2,3	138 tn	1	138,0 tn		9,00 €	1 242,00 €	9,00 €											
	FinniFoam-eriste			1	1	29,08	116,3 m2	1	116 m2		10,00 €	1 163,20 €	10,00 €											
Päällys- ja pinarakenteet																							94 504,71 €	
Harjoitusalueen täyttö, HKMtr																							6,68 €	
	Työt				14000 m3rtr						92 633,33 €	6,62 €	6,68 €		6,75 €									
	kkht				14000 m3rtr			60	233 h		75,00 €	17 500,00 €	1,25 €											
	ka				0 m3rtr			32	0 h		55,00 €	0,00 €	#JAKO/01											
	Jyvä				1,000			150	93 h		55,00 €	5 133,33 €	0,37 €											
	Materiaali				14000 m3rtr						70 000,00 €	5,00 €												
	HiekkaMoreeni				2	28000 tn		1	28000 tn		2,50 €	70 000,00 €	2,50 €											
Järjestelmät																							2 029,52 €	
Opastusmerkit (4-6 m2) R2 Alueen käyttö ja toimintojen sijainnit																							1 014,76 €	
	Työt				2 kpl						1 989,33 €	994,67 €	1 004,71 €		1 014,76 €									
	Opastusmerkki 6 m2				2 kpl			1	12,0 m2		60,00 €	720,00 €	60,00 €											
	Liik.merk.putki			4	3			1	24,0 m		3,00 €	72,00 €	3,00 €											
	Kiinnikkeet			4	4			1	32,0 kpl		2,00 €	64,00 €	2,00 €											
	Jalusta				4			1	8,0 kpl		50,00 €	400,00 €	50,00 €											
	ram				1			0,3	6,7 h		35,00 €	233,33 €	116,67 €											
	kkht				2 kpl			0,3	6,7 h		75,00 €	500,00 €	250,00 €											

LIITE 2

Yhteiskustannuslaskentaesimerkki

Esimerkki yhteiskustannusten jakautumisesta						
			päiväraha		km korvaus	
	kesto kk	kk kustannus	42,00 €	km ajot	0,45 €	yht.
Työpäällikkö	3	6 500,00 €	2 520,00 €	0,00	0,00 €	22 020,00 €
Työmaapäällikkö	9	5 500,00 €	7 560,00 €	18000,00	8 100,00 €	65 160,00 €
Työnjohtaja	9	5 000,00 €	1,00 €	1000,00	450,00 €	45 451,00 €
Työmaainsinööri	4	5 000,00 €	1,00 €	1000,00	450,00 €	20 451,00 €
Mittaus	9	8 800,00 €	1,00 €	1000,00	450,00 €	79 651,00 €
Organisaation kulut	1	10 000,00 €				10 000,00 €
Työmaan perustaminen ja						
purkaminen	2	2 500,00 €				5 000,00 €
Sosiaalililat	9	500,00 €				4 500,00 €
Varastokontit	9	100,00 €				900,00 €
Työmaakyltit	2	2 000,00 €				4 000,00 €
Sähköliittymä ja sähköt	9	1 500,00 €				13 500,00 €
Vesiliittymä	9	100,00 €				900,00 €
Kuivanapito	5	1 000,00 €				5 000,00 €
Pienkalusto	9	1 500,00 €				13 500,00 €
Työvaatteet, hanskat yms	9	1 000,00 €				9 000,00 €
Työturvallisuus	9	1 000,00 €				9 000,00 €
Työmaatoimiston kulut	9	500,00 €				4 500,00 €
Siivous	9	300,00 €				2 700,00 €
Vartiointi	9	200,00 €				1 800,00 €
Riskit	1	7 500,00 €				7 500,00 €
Vihertöiden takuu 24 kk	10,00 %	73 000,00 €				7 300,00 €
Takuuajan vakuus 24 kk	0,30 %	3 500 000,00 €				10 500,00 €
					yht	342 333,00 €
					Urakan kokonaishinta	3 622 494,90 €
					Yhteiskustannusten osuus	9,45 %

LIITE 3

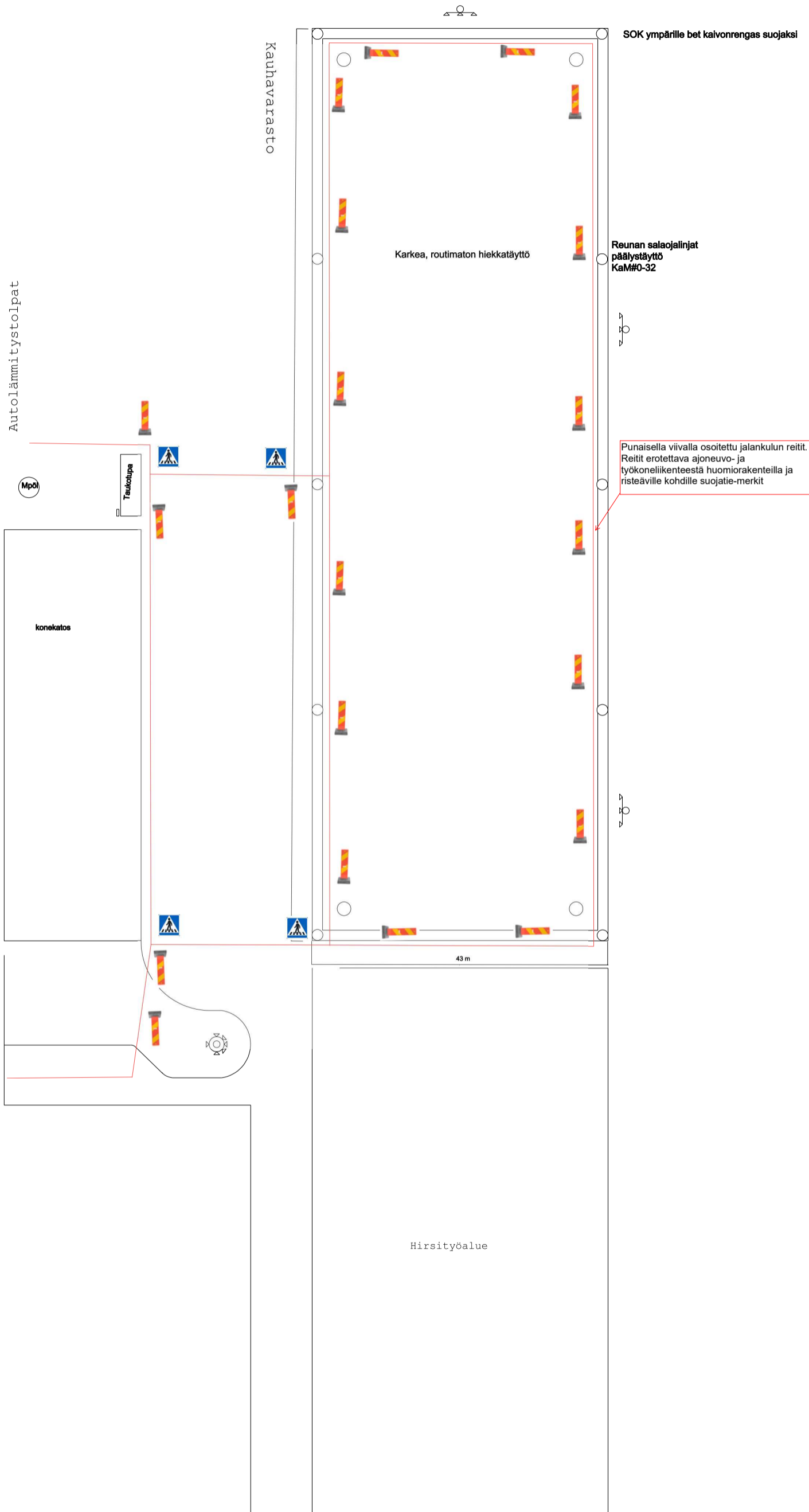
Sähköpostikyselyn vastaukset

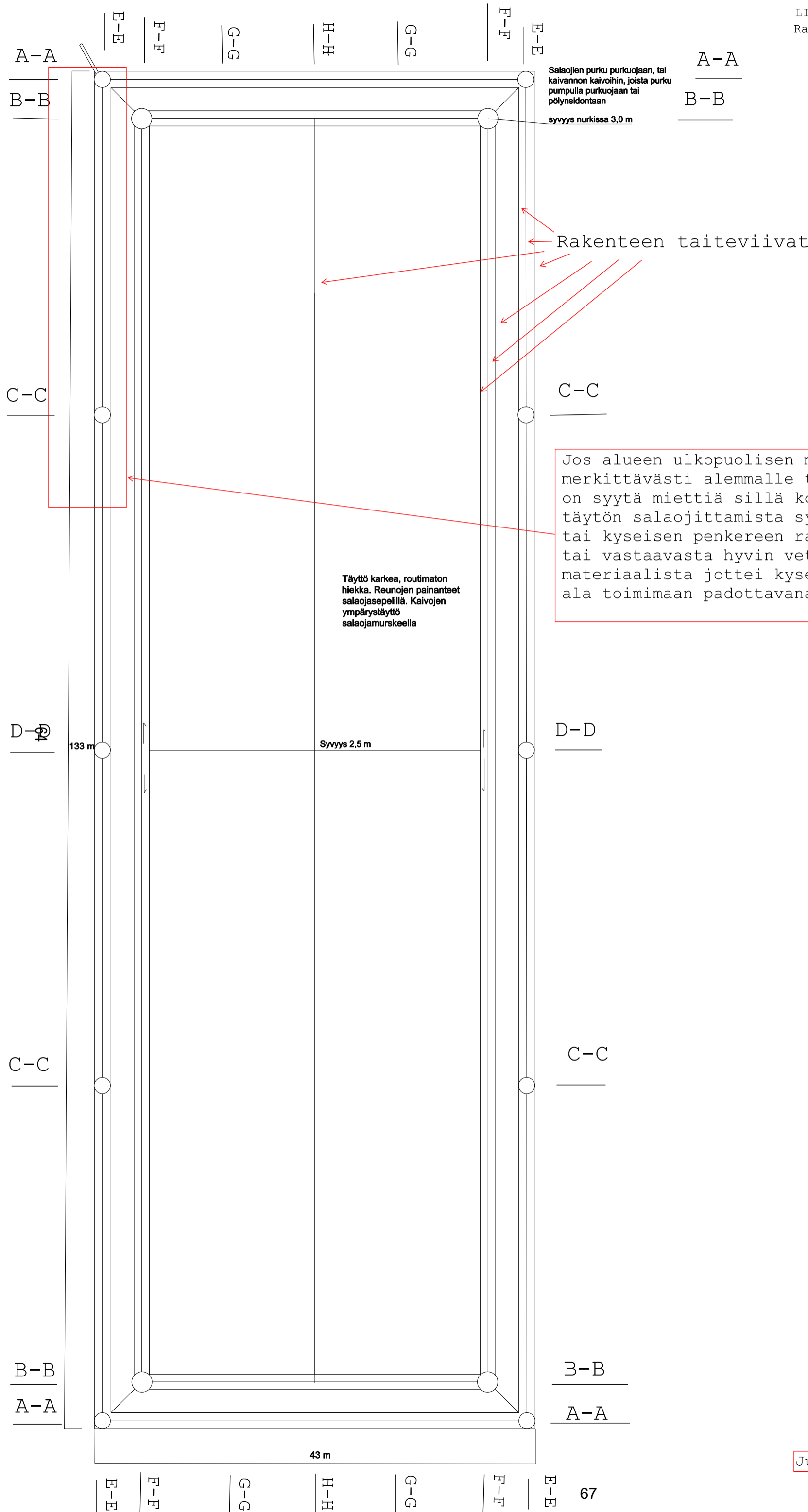
- Mikä on sinusta alueen tärkein käyttötarkoitus?
 - Alueen tärkein käyttötarkoitus on maarakennusalan useiden erityyppisten harjoitusten tekeminen. Harjoituksia tulisi kehittää tutkinnon perusteiden osaamisvaatimusten mukaan.
- Mitä taitoja alueella tulisi harjoitella?
 - Opiskelijoiden perehdytykset erilaisiin koneisiin ja lisävarusteisiin
 - Vaihtolavojen käyttöä, maa-ainesten lastausta kuorma-autoon ja traktorin kärryyn, kuormaajavaakan käyttöä
 - Konelavan käyttöä ja kuorman sidontaa, ajoharjoituksia kuljetusalustalle
 - Trukkipiikkien käyttöä kappaletavarakuormien lastaamiseen ja purkamiseen
 - Kuljetusalan ammattipätevyyteen liittyviä harjoituksia
 - Kaivukoneen ja pyöräkuormaajan ajoonlähtötarkastuksia, peruskäyttöä ja kauhojen vaihtamista kiinnikkeeseen
 - Erilaisia kaivuharjoituksia ohjeiden ja mittojen mukaan: materiaalien levitystä ja tasausta korkoon, tierakenteiden tekemistä
 - Ojan, penkereen ja luiskan tekemistä, rakennuksen pohjan kaivua annettuun korkoon ja sokkelia varten
 - Viemäri-, salaoja-, hulevesiputkien ja kaivojen asennusta piirustusten mukaan
 - Vatupassin käyttöä, laserin käyttöä, gps-mittalaitteen käyttöä, merkintämittausta, kartoitusmittausta, toteumamittausta
 - Pohjatöiden tekemistä kivetyksille, erilaisten tasokivien asennusta
 - Katurakenteen tekemistä, reunakivien asennusta, kaapeliputkien asennusta
 - 3D harjoituksia ja gps mittausharjoituksia
- Kuinka monta työkonetta alueelle tulisi mahtua?
 - Alueelle tulisi mahtua 12 keskikokoista, tai pientä työkonetta, sisältäen 1 kuorma-auto, traktori ja dumpperi
- Millaisia puutteita alueella on nykyisellään? Kuinka korjaisit ne?
 - Lunta läjitetään talven kaivuharjoituksia varten ja keväällä alue on veden vallassa.
 - Vesi ei poistu mihinkään, koska maa ei ime keväällä ja työalue on liian matalalla korolla
 - Pohjavedestä ei ole haittaa alueella

- Harjoitusalue tulisi olla ainakin 1m korkeammalle pingerretty, jotta pintavedet voidaan ohjata pois ja alue kuivuisi keväällä nopeasti
- Alueella on liian vähän materiaalia kaivuharjoituksiin
- Reunalla oleva iso valli pienentää harjoitusaluetta huomattavasti
- Millainen alue mielestäsi tulisi olla? Visioi oma näkemyksesi. (Esim. rakenteet, materiaalit, valaistus, yms.)
 - 2mm – 200mm moreenia, jotta veden läpäisy olisi hyvä ja kaivuharjoitukset olisivat jonkin verran ”oikeassa maastossa”. Esim. hiekkamontun pintakerrosta, jossa voi olla vähän humusta mukana, mutta ei muuta materiaalia alle 1mm raekoolla
 - 3D alueella hiekkaa. Murskeen ongelmana on se, että materiaali sekoittuu opiske-
lijoilla muiden maa-ainesten kanssa
 - Trukkilavoja, 2 m:n pylviä, betonipalkkeja, putkia, kaivoja, läjä kiviä
 - Selkeät alueet ja harjoitustehtävät, joita toistetaan
 - Hyvä valaistus konekatokseen ja tulotielle / jalankulkutielle / kentän laitaan
 - Keskelle kenttää ei pylviä / lankoja / muita esteitä
 - Työkoneissa on valot tarvittaessa ja harjoitukset tapahtuvat klo 8 – 14
- Millaisena itse näet alueen käytön 5 vuoden kuluttua? Entä 10 vuoden? Peilaa tähän kysymykseen näkemystäsi maarakennusalan sekä alan koulutuksen tulevaisuudesta
 - Maarakennuskoneiden käyttöä täytyy opetella niitä käyttämällä ja toistamalla harjoituksia
 - Kaikkia osa-alueita tarvitaan tulevaisuudessakin
 - Teoriaopinnot ja simulaattoriharjoitukset täydentävät tätä.
 - Simulaattorien harjoitukset ja kentän harjoitukset tulisi olla samanlaisia
- Onko mielestäsi sähköisten maarakennuskoneiden käyttöönotto opetuskäytössä perusteltua?
 - On perusteltua, jos latauksesta huolehditaan hyvin
 - Akkusähköllä toimivat koneet ovat 1 – 5 tn painoluokassa tällä hetkellä
- Kuinka kehittäisit alan opetusta harjoituskentällä?
 - Kenttä kuntoon, iso penkere laidasta pois haittaamasta veden hallintaa
 - Kauhoille ja auroille ym alue, josta ne voidaan ottaa käyttöön
 - Vaihtolavat hallien eteen pihalle
 - Sopivaa hiekkamoreenia koko alueelle 1,0 – 1,5 m kerros
 - Kentän muotoilu ja oja konekatoksen tien / kentän väliin.

- Iso rumpu ja kulku yhdeltä kohtaa, jotta telat tulee puhdistettua kentällä, eikä murskeen päällä
- Selkeät kulkuväylät ja alueet eri harjoituksille
- Samat harjoitukset simulaattoreissa / 3D simuloinneissa
- Pinjaan (moodle) ohjeet harjoituksista ja niiden sijoittelusta kentällä
- Ei isoja koneita kentälle tilan ahtauden / turvallisuuden/ kustannusten vuoksi
- Opettajille opastus kentän käytöstä ja harjoituksista

Alueen luoteiskulmaan varataan alue kuorma-autojen vaihtolavakalustolle



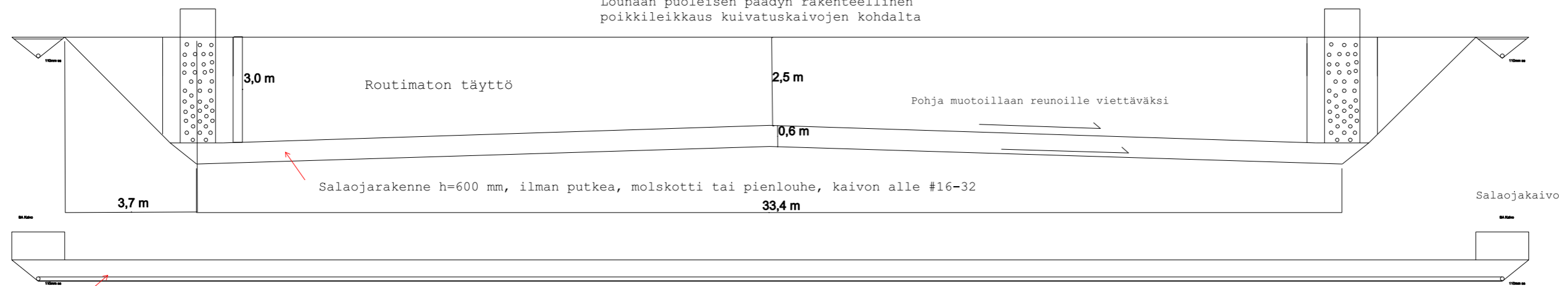


Jos alueen ulkopuolisen maan korko jää merkittävästi alemmalle tasolle kuin valmis pinta, on syytä miettiä sillä kohden joko täytön salaojittamista syntyvän penkereen läpi, tai kyseisen penkereen rakentamista pienlouheesta tai vastaavasta hyvin vettäläpäisevästä materiaalista jottei kyseinen kohta ala toimimaan padottavana elementtinä.

Rakennepoikkileikkaus A-A, B-B

Salaojien kaadot sovitettava rakennusvaiheessa

B-B
Lounaan puoleisen päädyn rakenteellinen poikkileikkaus kuivatuskaivojen kohdalta

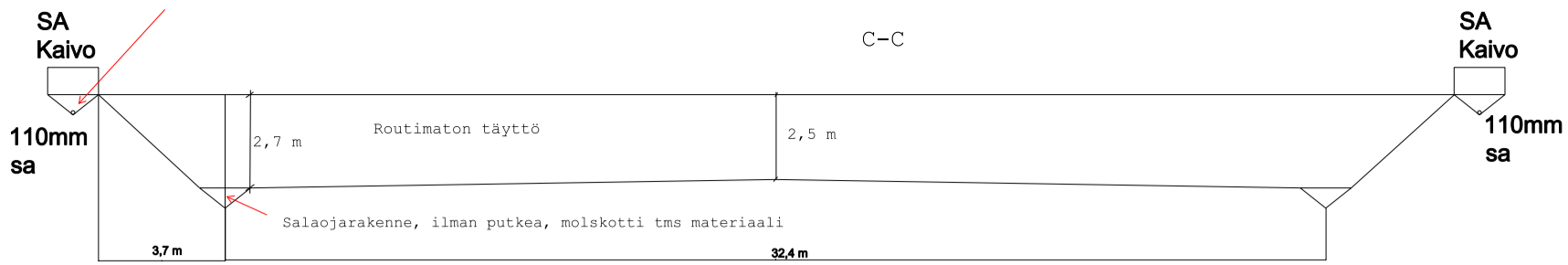


Salaoja 110 mm SA-putkella + sa-sepeli

A-A
Lounaan ja koillispäädyn rakenteellinen poikkileikkaus salaojakaivojen kohdalta. Luoteenpuoleisesta SA-kaivosta purkuputki öljynerotuskaivon kautta alueen kuivatusojiin.

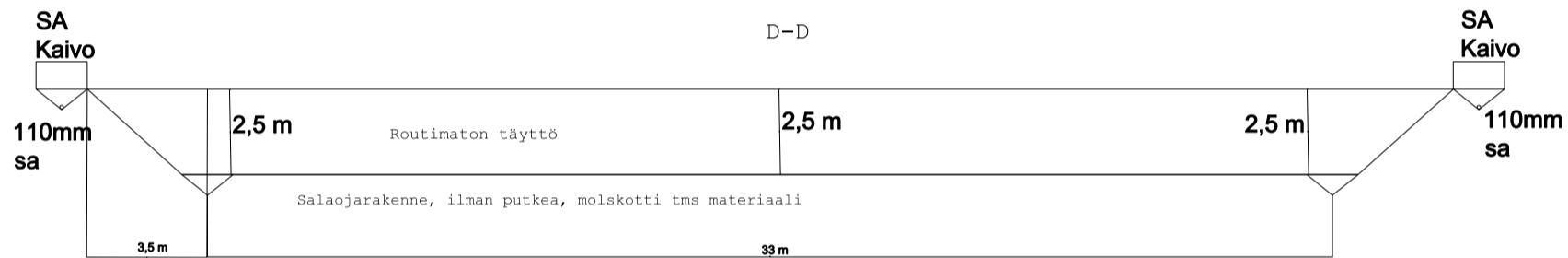
Salaoja 110 mm SA-putkella + sa-sepeli

Rakennepoikkileikkaus C-C, D-D



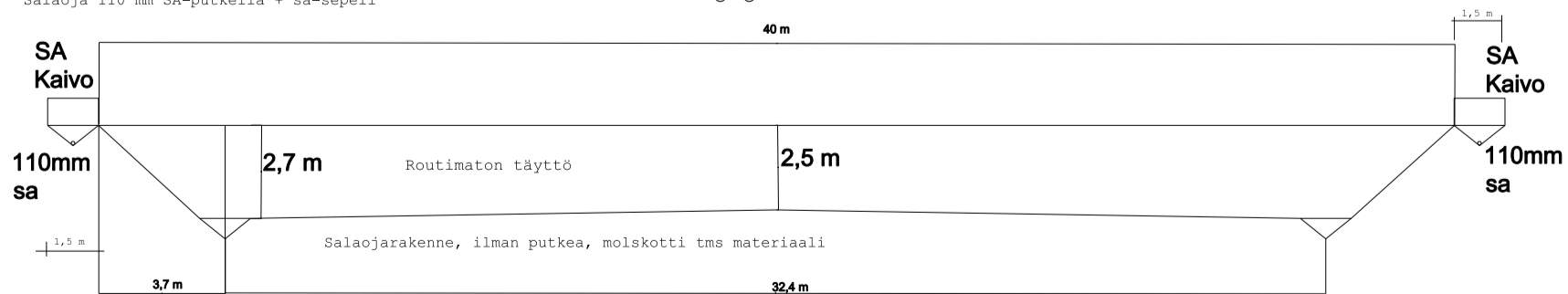
Salaoja 110 mm SA-putkella + sa-sepeli

D-D

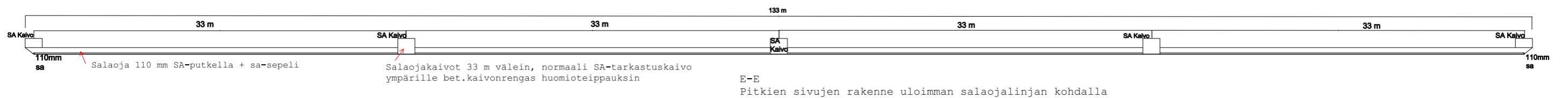
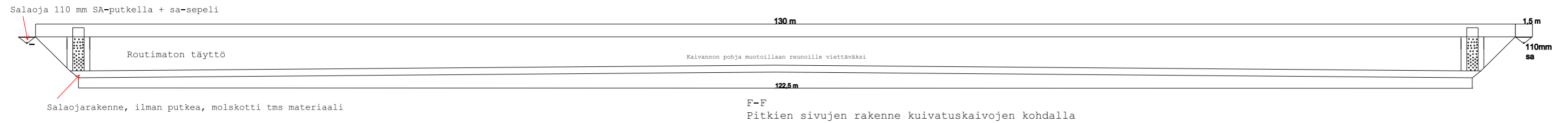
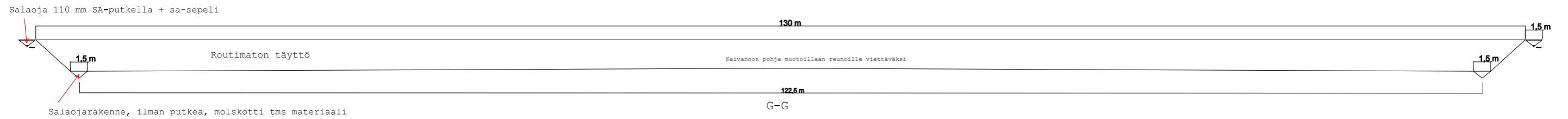
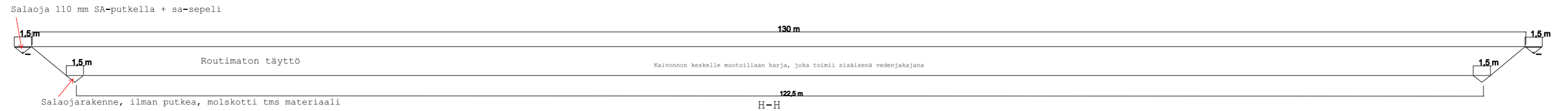


Salaoja 110 mm SA-putkella + sa-sepeli

C-C



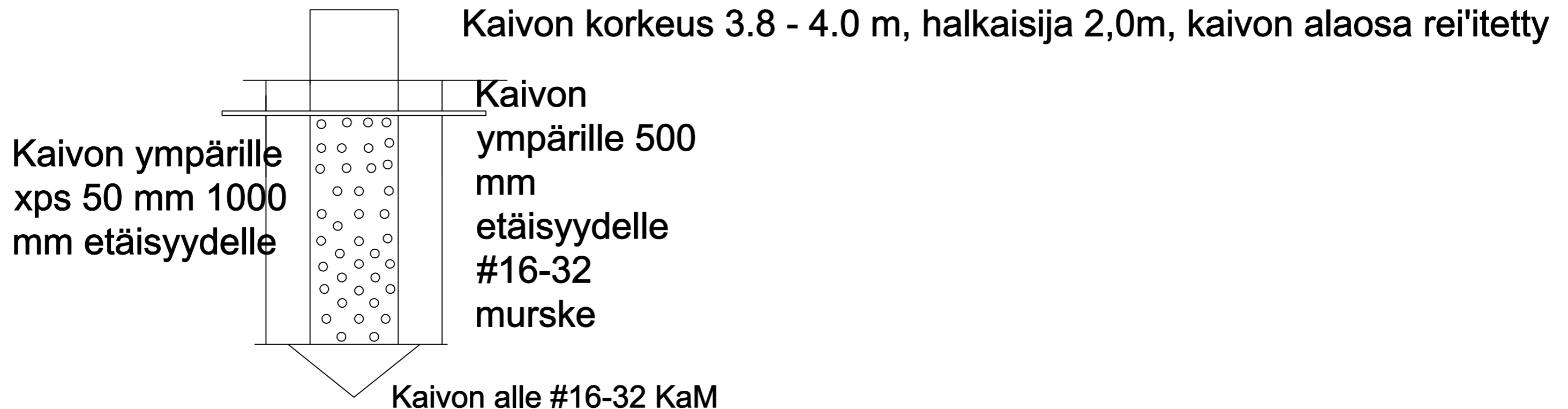
Rakennepoikkileikkaukset E-E, F-F, G-G, H-H



Jukka Palovaara 1.2.2022

Harjoitusalueen kuivatuskaivojen rakenne,
kaivot sijoitetaan luiskatun kaivannon
nurkkiin, alle ja ympärille SO-murske 500 mm etäisyydelle

Kaivon ylin rengas sekä
kansisto eristettävä



Jukka Palovaara 1.2.2022