

Antti Tolvanen

Maarakennusyrityksen tarjouslaskentaohjelma

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Kevät 2020



**KAMK • University
of Applied Sciences**

Tiivistelmä

Tekijä(t): Tolvanen Antti

Työn nimi: Maarakennusyrityksen tarjouslaskentaohjelma

Tutkintonimike: Insinööri (AMK), rakennustekniikka

Asiasanat: maarakennus, urakkalaskenta, massalaskenta, tarjouslaskentaohjelma

Rakennusalalla kilpailutilanne on kiristynyt kovasti viime vuosina. Yrityksillä on kovat paineet saada tarjotua urakoita kannattavaan hintaan ja voittomarginaalit eivät ole kovin suuria. Tämän takia on tärkeää, että tarjouslaskentavaiheessa saadaan tarkat tiedot työhön kuluviista materiaaleista, hinnoista ja työmenekistä sekä näiden kustannuksista.

Tämä opinnäytetyö tehtiin Vumos Oy:lle helpottamaan ja yhtenäistämään maarakennuksen urakkalaskentaa. Työn tarkoituksena oli kehittää Sheets-ohjelmalla yrityksen käyttöön laskentaohjelma, jolla voitaisiin helpottaa, nopeuttaa ja yhtenäistää tarjousten laskemista yrityksessä.

Työssä selvitettiin yleisimpiä ominaisuuksia, jotka vaikuttavat erilaisten maalajien kaivu- ja täyttöominaisuuksiin. Tarjous laskentahintaan vaikuttavat maarakennusominaisuudet ovat kaivuvastus, kaivettavuus, löyhtyminen, tiivistyminen, kuljetettavuus ja läjitys. Työssä tutustuttiin yleisimpiin maalajeihin, joita ovat esim. hiekat, sorat murskeet, moreenit, savet, siltit ja muta. Lisäksi on kuvattu massalaskennan perusteet, tilavuuskäsitteet ja muuntokertoimet.

Viimeisessä luvussa käsitellään tarjouslaskentaohjelman luominen. Ohjelman toimintaperiaate on sellainen, että aloitussivulla on joukko erilaisia pinta-ala ja korkotietoja, jotka täytetään. Näistä tiedoista ohjelma laskee tarvittavat määrät poiskuljetettavia ja rakennuspaikalle tuotavia massoja sekä muita materiaaleja. Niihin liitetään myös tarvittavat työkustannukset ja menekit.

Opinnäytetyön aikana saatiin valmiiksi tarjouslaskentaohjelma yritykselle. Tätä ohjelmaa testattiin kuvitteelliseen rakennuskohteeseen ja se todettiin toimivaksi. Ohjelmaa tullaan käyttämään ja kehittämään lisää yrityksen toimesta tulevaisuudessa.

Abstract

Author(s): Tolvanen Antti

Title of the Publication: Bid Calculation Program for Construction Company

Degree Title: Bachelor of Engineering, Construction Engineering

Keywords: earthwork, cost estimation, mass calculation, bid calculation program

In the construction sector, the competitive situation has intensified sharply in recent years. Companies are under great pressure to get contracts offered at a profitable price and profit margins are not very high. For this reason, it is important that the bidding phase provides accurate information on the materials, prices and labor costs involved in the work, as well as their costs.

This thesis was commissioned by Vumos Ltd. to facilitate and standardize the contract calculations for earthworks. The purpose of was to use Sheets program to develop a bid calculation program that would make it easier, faster, and more consistent to calculate offers within the company.

The most common properties that affect the excavation and filling properties of different soil types were investigated. The construction properties that affect the bid price are excavation resistance, excavability, loosening, compaction, transportability, and disposal. The work introduced the most common soil types, such as sand, gravel, crushed stone, moraine, clays, silt, and mud. In addition, the basics of mass calculation, volume concepts and conversion factors are described.

The last chapter deals with creating a bid calculation program. The principle of the program is that the landing page has a set of different area and height information that is filled in. From this information, the program calculates the required quantities of masses to be removed and brought to the construction site, as well as other materials. They are also accompanied by the necessary labor costs and sales.

During the thesis, a bid calculation program for the company was completed. It was tested on an imaginary construction site and found to work. The program will be used and further developed by the company in the future.

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Maarakentaminen	2
2.1	Maarakennuksen ominaisuudet.....	2
2.1.1	Kaivuvastus.....	3
2.1.2	Kaivettavuus.....	4
2.1.3	Löyhtyminen ja tiivistyminen	4
2.1.4	Kuljetettavuus	4
2.1.5	Läjitys.....	5
2.2	Kaivuluokitus	6
2.3	Kustannukset.....	9
3	Maaperän lajit ja ominaisuudet.....	10
3.1	Maalajit.....	10
3.2	Kivennäismaalajit	13
3.2.1	Savi	13
3.2.2	Siltti	13
3.2.3	Hiekka.....	14
3.2.4	Sora.....	14
3.2.5	Moreeni.....	15
3.2.6	Murske	16
3.3	Eloperäiset maalajit.....	16
3.3.1	Turve.....	16
3.3.2	Lieju	17
3.3.3	Muta.....	17
3.3.4	Humusmaa	17
4	Massalaskenta	19
4.1	Perusteet	19
4.2	Kertoimet.....	21
5	Laskentaohjelman luominen	24
5.1	Vumos Oy	24
5.2	Sheets-ohjelma.....	24

5.3	Laskentaohjelman luominen	25
5.4	Pohdinta ohjelmasta	30
6	Yhteenveto	31
	Lähteet	32

1 Johdanto

Talorakentaminen ja maarakentaminen ovat tätä nykyä kovin kilpailtuja aloja. Yrityksillä on kovat paineet tarjota urakkatarjoukset nopeasti ja hyvaan hintaan. Tama korostuu varsinkin Uudellamaalla, jossa kilpailu on vielä muuta Suomea kovempi.

Vumos Oy on kajaanilainen yritys, joka tarjoaa maa- ja pohjarakennuspalveluita Kainuussa ja Uudellamaalla, ja se on laajentamassa toimintaansa lisää Uudellamaalla. Yritystä esitellaan tarkemmin luvussa 5.

Yrityksen laajentumisen takia sille tuli tarpeeseen kehittää urakkalaskentaansa. Sillä oli halu yhtenäistää nykyistä laskentalinjaansa, jotta kaikki laskentaa suorittavat henkilöt laskisivat tulevaisuudessa yhtenäisellä linjalla. Yritys tarjosi aiheitta opinnaytetyksi Kajaanin ammattikorkeakoululle. Kiinnostuin aiheesta ja päätin ottaa yhteyttä yritykseen, jota kautta sain opinnäytetyön. Aihe kiinnosti, koska maa- ja pohjarakentamista ei koulussa kovin monella kurssilla käsitellä, joten halusin tutustua aiheeseen tarkemmin työn avustuksella.

Työn teoriaosuudessa tutustutaan maarakentamiseen, maaperaan ja massalaskentaan sekä kasitellaan ohjelman luomista. Ohjelma luotiin Googlen Sheets-ohjelmalla. Ohjelmaan kehittämisen alussa avuksi käytettiin koulussa käytettyä maaralaskentaohjelmaa, josta otettiin mallia ja muutamia osio ohjelmaan. Ohjelma kehitettiin kuitenkin suurimmaksi osaksi alusta lähtien tyhjästä. Ohjelmaa kehittäminen kasitellaan tarkemmin luvussa 5.

2 Maarakentaminen

Luvussa käsitellään maarakentamisen perusteita lyhyesti. Työssä esitellään maarakentamisen ominaisuudet ja kaivuuluokitukset.

2.1 Maarakennuksen ominaisuudet

Maarakennusominaisuudet ovat tekijöitä, jotka määräävät maalajien erilaisen käyttäytymisen maarakennustöiden eri vaiheissa. Nämä vaiheet voidaan yleensä nimetä seuraavasti: [1, s. 9]

-raivaus

-irrotus (leikkaus)

-siirto (kuormaus ja kuljetus)

-pengerrys

-tiivistys.

Maalajien erilaisiin maarakennusominaisuuksiin vaikuttavat työkoneiden erilaiset kokoluokat ja kapasiteetit. Nämä ominaisuudet vaikuttavat suoraan tätä kautta työkustannuksiin. Samanlais-
tenkin maalajien ominaisuudet voivat vaihdella hyvinkin paljon keskenään. Näihin ominaisuuksiin vaikuttavia asioita ovat esim. ilmastolliset tekijät (sade ja lämpötila), työtavat ja myös osittain paikalliset olosuhteet (esim. pinta- ja pohjavesisuhteiden). Maarakennusominaisuudet eivät kuitenkaan ole suoraan mittatavissa erittäin tarkasti tai yksiselitteisesti lähes milloinkaan. Tärkeimmät maarakennusominaisuudet ovat seuraavat: [1, s. 9]

-kaivuvastus

-kaivettavuus

-löyhtyminen

-tiivistyminen

-kuljetettavuus

-läjitettävyys.

2.1.1 Kaivuvastus

Kaivuvastuksella toiselta nimeltään irrotettavuudella, tarkoitetaan sitä voimaa, mitä tarvitaan siinä, jotta maa-aines saadaan irtoamaan sekä täyttämään kaivuulaite tai jokin vastaava väline esim. kauha, ja tämän laitteen liikuttamiseen. Suuri kaivuvastus tarkoittaa yleensä pientä koneen kapasiteettia ja pieni taaskin suurta koneen kapasiteettia. Kaivuvastuksen muodostavat seuraavat osavastukset: [1, s. 9.]

-irrotusvastus

- kauhan ja maan välinen kitka

-kauhaan työntyneen maan sisäisestä liikkeistä aiheutuva kitka

-kauhaan työntyneen maan paino

-hitausvoimat

Moreenien kaivuvastus on riippuvainen lähinnä maa-aineksen tiiveydestä sekä sen kivisyydestä ja lohkaraisuudesta. Suomessa esiintyvien moreenimaalajien, joiden raekoostumus on alle 60 mm ei ole havaittu olevan kovinkaan suurta vaikutusta kaivuvastukseen. Suurin kaivuvastus on havaittu olevan runsaskivisillä ja karkearakeisilla moreenilajeilla. Tiiviillä pohjamoreenilla on havaittu olevan myös suuri vastus. Moreenimaalajien kaivuvastukset ovat yleensä paljon suurempia kuin kivettömien soran, hiekan ja varsinkin hienorakeisten maalajien vastaavat. [1, s. 9.]

Nykyaikaisella kaivukalustolla ei hienorakeisten maalajien kaivuvastuksella ole suurtakaan merkitystä. Tämä vastus on vain noin 1/10 moreenimaalajien vastaavasta vastuksesta. [1, s. 9.]

Karkearakeisten maalajien kaivuvastus on noin 50 % tai vähemmän moreenien vastaavasta kaivuvastuksesta. Suurimmat vaikuttavat tekijät kaivuvastuksessa ovat kuivairtotiheys sekä kivisyys ja lohkaraisuus. [1, s. 10.]

2.1.2 Kaivettavuus

Kaivettavuudella tarkoitetaan erilaisten maalajien kaivuvastuksen ja muiden maanrakennusominaisuuksien yhteistä vaikutusta kaivutapahtuman aikana. Kaivettavuutta voidaan pitää tärkeimpänä kustannusten syntyminen aiheuttavana maarakennusominaisuutena. Mitä helpommin maa-aineksen saa kaivettua, sen halvempaa se yleensä on. Tämän yksikäsitteisesti määrittämiseksi ei kuitenkaan ole olemassa luotettavaa menetelmää. Paikallisilla olosuhteilla ja ilmastolla on tässä tapauksessa suuri merkitys. Pakkanen tai märkä sadekehi saavat aikaan muutoksia maaperässä. Olosuhteilla on vaikutusta hienorakeisten maalajien ja moreenien häiriintymiseen eri työvaiheiden aikana. Jos maa-aineksen vesipitoisuus on luonnollisesti suuri tai vesisade kastelee maan kaivuutyön aikana, aiheuttaa tämä häiriintyneisyyttä ja voi muuttaa maan kaivettaessa juoksevaksi massaksi. Jos taas on pakkaskeli, voi erittäin kosteaa maata olla hankala kaivaa jään ja roudan takia. Näiden takia maata täytyy lämmittää kaivutapahtuman helpottamiseksi. Tämän häiriintyneisyys pienentää kauhan täyttöastetta ja hidastaa työn tekoa ja täten kapasiteettia. [1, s. 10.]

2.1.3 Löyhtyminen ja tiivistyminen

Maarakennustöitä tehdessä eri vaiheiden aikana maa-ainekset joko löyhtyvät tai tiivistyvät. Löyhtyminen tapahtuu kaivutapahtuman aikana, kun maa-ainesta kaivetaan pois ja siirretään toiseen paikkaan tai auton lavalle. Tiivistymistä tapahtuu, kun maa-ainesta laitetaan rakennekerrokseen tai rakenteeseen sekä tiivistetään jollain koneella. Tämän takia nämä täytyy huomioida suunnitteluvaiheessa. [1, s. 10.] Näitä tarkastellaan tarkemmin luvussa 4.

2.1.4 Kuljetettavuus

Kuljetettavuudella tarkoitetaan sitä, miten maalajit reagoivat siihen, että niitä kuljetetaan ajoneuvon lavalla, sekä tyhjentämistilanteissa lavalta pois. Kuljetettavuuteen vaikuttavat maalajien vesipitoisuus, häiriintymisherkkyys ja raekoostumus. [1, s. 12.]

Karkearakeisten maalajien sekä louheen ja murskaustuotteiden kuljetettavuudessa ei ole suuria poikkeavaisuuksia toistensa välillä. Lisäksi olosuhteilla ja ilmastolla ei ole suurta vaikutusta näihin

maalajeihin. Niiden kuljettamisessa ei esiinny yleensä suuria ongelmia hyväkuntoisten teiden sekä työmaateiden kanssa. [1, s. 12]

Hienorakeisten maalajien ja moreenien kuljettaminen sitä vastoin voi olla haastavaa olosuhteitten mukaan. Sateisella säällä hienorakeiset maa-ainekset voivat valua pois kuljetuksen aikana sekä tarttua kiinni kuljetusvälineen pohjaan. Tämän voi vaikeuttaa työtä ja alentaa täten jälleen kapasiteettia. Maalajit voivat pakkaskelillä tarttua kuljetusvälineen pohjaan ja tällä tavalla haitata työn suorittamista. [1, s. 12]

Tähän takertumiseen helpotusta voivat tuoda lämmitettävät lavat. Kovemmillä pakkasilla lämmitettävät lavatkaan eivät välttämättä riitä ja takertuminen on suuri ongelma hienoissa maa-aineksissa. [2, s. 20]

2.1.5 Läjitys

Läjitettävyydellä tarkoitetaan maalajien erilaista käyttäytymistä maan läjitysalueella. Läjitettävyyys riippuu useista tekijöistä, joita ovat esim. maalajien vesipitoisuus, häiriintymisherkkyys ja raekoostumuksesta eli toisin sanoen täysin samoista asioista, jotka vaikuttavat kuljettavuuteen. Maalajien erilaiset leikkauslujuudet vaikuttavat suuresti siihen, kuinka korkeita läjituskasoja voidaan maa-aineksesta rakentaa. Tämä vaikuttaa siihen, kuinka suuri läjitysalueesta pitäisi tehdä, jotta sinne mahtuisi tarpeeksi maa-ainesta. [1, s. 12]

Maa-aineksista vaikeimmin läjitettäviä ovat runsaasti vettä sisältävät savi ja siltti. Ne aiheuttavat erityisesti kosteina suurta hankaluutta läjitysalueella. Moreenien läjitettävyyys ja kuljetettavuus riippuu suuresti siitä, minkälainen on moreenin hallitseva raekoostumus. Jos moreeni on erittäin hienojakoista ja sisältää paljon savea tai silttiä ja on lisäksi kosteaa, aiheuttaa tämä yleensä hankaluuksia läjitettävyydessä. Jos moreenin raekoostumus on karkea, ei ongelmia yleensä esiinny. Hiekat ja sorat ovat helppoja maa-aineksia läjittää. Ne eivät juurikaan häiriinny läjitysalueella, elleivät luiskakorkeudet nouse erittäin suuriksi. [1, s.12.]

2.2 Kaivuluokitus

Maalajien kaivuluokitusta voidaan pitää maalajien erään alaluokituksena. Tämä luokitus ottaa huomioon erilaisten maalajien ominaisuudet juuri kaivutapahtuman yhteydessä. Tätä luokitusta tarvitaan työsuunnittelun aikana, kun suunnitellaan, mitä työkoneita ja menetelmiä tarvitaan kohteeseen, jotta kaivu saataisiin toteutettua nopeasti, mutta kustannustehokkaasti. Luokka on siis ratkaiseva, sillä se vaikuttaa suoraan kustannuksiin. Tärkein kaivutapahtumaan vaikuttava yksittäinen tekijä on kaivuvastus eli irrotettavuus. [1, s. 13.]

Kaivuluokitusten erilaiset kaivuvastukset on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Kaivuvastukset eri maalajeilla [1, s. 15]

Maalajiryhmä	Kaivuluokka	Maalajit	Suhteellinen kaivuvastus
E	E1	Liejut, muta	5...15
	E2	Turpeet	10...30
	E3	Turpeet	30...40
H	H1	Savet	15...30
	H2	Siltit	20...50
	H3	Kuivakuoret	>50
K	K1	Hiekat	50...150
	K2	Sorat	50...150
	K3	Somero, kivikko	200...300
M	M1	Moreenit	150...300
	M2	Moreenit	250...500
	M3	Moreenit	>450

”Maalajien kaivuluokkajärjestelmässä on tarkoituksena, että kaivuvastus olisi yhden kaivuluokan eri lajeilla likipitään yhtä suuri. Taulukossa 1 on esitetty kaivuluokittain suhteellinen kaivuvastus,

joka on määrätty siten, että keskimääräinen kaivuvastus luokassa K1 on merkitty 100:ksi. Huomattava on, että suhteellisen kaivuvastuksen arvot menevät rajakohdissa jossain määrin päällekkäin eivätkä muutu jatkuvasti maalajiryhmästä toiseen siirryttäessä.” [1, s. 14]

Eloperäisten maalajien luokituksen perusteet ovat maalajit ja puisuus. Turpeen luokitus tapahtuu sen sisältämän puuainemäärän mukaan. Puuainemäärä eli puisuus tarkoittaa, kuinka paljon puujätettä on yhteenlaskettuna tilavuusprosenttina koko kaivuu tilavuudesta. Puustoa voi esiintyä niin turpeen pinnalla kantoina kuin elävinä puina, että maatuneena puustona turpeen sisällä. Lieju ja muta luokitellaan oman maalajinsa mukaan yhteen. [1, s. 13.]

Hienot maa-aineksia ovat savet, siltit ja kuivakuoret. Savet ja siltit luokitellaan vain lajinsa mukaan. Kuivakuoret sen sijaan luokitellaan leikkauslujuutensa mukaan. [1, s. 13.]

Karkearakeisia maalajeja ovat hiekat, sorat, somerot ja kivikot. Näiden maalajien luokitusperusteina käytetään kivisyttä, lohkareisuutta ja tiheyttä [1, s. 13]

Moreenimaalajit käyttävät samoja luokitusperusteita kuin karkeat maalajit. Moreenit ovat kuitenkin haasteellisia määritettäviä, sillä niiden kivisyys, lohkareisuus ja tiheys voivat vaihdella hyvin paljon samankin leikkauksen sisällä. Tämän takia moreeneja ei voida yleensä yksikäsitteisesti määrittää kuuluvan johonkin tiettyyn kaivuluokkaan. Näissä tapauksissa voidaan kaivuluokkia yhdistellä esim. M2-M3. Näin ei tarvitse yrittää etsiä jotain tiettyä kaivuluokkaa moreenille vaan päästään helpommalla. [1, s. 13.]

Kaivuuluokkia voidaan yhdistellä myös muissa maalajeissa, koska nekään ovat harvoin vain jotain tiettyä lajia. Jos maa-aines on erittäin sekalaista, voidaan käyttää pelkää kirjainta esittämään kaivuluokkaa. [1, s. 14.]

Taulukossa 2 nähdään kaivuluokitukset.

Taulukko 2. Luonnontilaisten maalajien kaivuuluokat ja luokitusperusteet [1, s. 14]

Maalaji-ryhmä	Kaivu-luokka	Maalajit	Määräivät luokitusperusteet			
			Puisuus Pu %	Kivisyys Ki %	Lohka-reisuus Lo %	Kuivairto-tiheys ρ t/m ³
E	E1	Liejut, muta				
	E2	Turpeet	<30			
	E3	Turpeet	>30			
H	H1	Savet				
	H2	Siltit				
	H3	Kuivakuoret				
K	K1	Hiekat				
	K2	Sorat		<30		
	K3	Somero Kivikko		30...50 >50		
M	M1	Löyhät, kivettömät tai kiviset moreenit		<30	<10	<1,9
	M2	Keskitiiviit, kivettömät tai kiviset moreenit		<30	<10	1,9...2,1
	M3	Tiiviit moreenit Runsaskiviset moreenit Lohkareiset ja runsas- lohkareiset moreenit Louhikot		>30	<10 10...50 >50	>2,1

Maarakennuksessa ei kuitenkaan esiinny pelkästään luonnontilaisia maakerroksia. Niitten lisäksi on olemassa rakennettuja maakerroksia, täytemaita, louhetta ja mursketta. Niiden kaivuuluokat on päätetty erottaa toisistaan omaksi luokaksi. Niiden määrävänä luokituksena on raekoostumus. [1, s. 15.]

Nämä luokat on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Rakennettujen maakerrosten kaivuluokat [1, s. 16]

Kaivuluokka	Materiaalikuvaus	Pääasiällisin maalaji
T1	Maakerros muodostuu pääasiassa eloperäisistä tai hienorakeisista maalajeista (E- ja H-ryhmät)	turve, lieju, humusmaa, savi, siltti
T2	Maakerros muodostuu pääasiassa karkearakeisista maalajeista (K-ryhmä)	hiekkä, sora
T3	Maakerros muodostuu pääasiassa moreenimaalajeista (M-ryhmä)	moreenit
T4	Maakerros muodostuu pääasiassa louheesta	louhe

2.3 Kustannukset

”Pohjarakentamisen kustannukset vaihtelevat hyvin laajoissa rajoissa rakennushankkeen luonteen, rakentamistavoitteen ja pohjasuhteitten mukaan. Pohjarakennuskustannukset ovat asuinrakennuksissa 2-20 %, teollisuusrakennuksissa 3-50 % ja talonrakennusalalla keskimäärin noin 8 % kokonaiskustannuksista.” [3, s. 15]

3 Maaperän lajit ja ominaisuudet

Tässä luvussa käsitellään sitä, mitä maaperä on. Lisäksi käydään läpi erilaiset maalajit ja missä niitä voidaan käyttää mahdollisesti maarakentamisessa.

3.1 Maalajit

Maaperä käsitteenä tarkoittaa kaikkea irrallista epäorgaanista ja orgaanista ainesta, joka sijaitsee kalliopinnan päällä. Käsite maaperä on siis hyvin yleinen sana, jota käytetään rakennustekniikassa. Maaperä on siis erilaisten maalajien yhteissumma, joka on muodostunut vuosituhansien aikana. [2, s. 31.]

Geotekninen maalajiluokitus on luokitus, joka määrittää maalajien ominaisuudet ja luokat niiden geologisen syntytyypin, raakoostumuksen ja humuspitoisuuden avulla. Tämä luokitusmenetelmä kehitettiin Suomessa 1970-luvulla ja luokitus on kaksivaiheinen. Ensimmäisenä maalajit luokitellaan oman syntytyypin mukaan luonnollisiin maalajiryhmiin. Toisessa vaiheessa nämä maalajiryhmät jaotellaan edelleen raakoostumuksensa ja humuspitoisuutensa mukaan geoteknisesti saman tyyppisiin maalajeihin. [1, s. 7.]

Taulukosta 4 nähdään maalajien geotekniset luokitukset.

Taulukko 4. Maalajien luokitus [6, s. 187]

Maalajiryhmä	Maalaji	Lyhennys	Lajitepitoisuus, painoprosenttia			Raekoko d ₅₀ ,mm
			Savi	Hienoaines	Sora	
Eloperäiset maalajit	Turve	Tv				
	Lieju	Lj				
Hienorakeiset maalajit	Savi	Sa	> 30			
	Siltti	Si	< 30	> 50	< 5	> 0,06
Karkearakeiset maalajit	Hiekka	Hk		< 50	< 50	0,02...2
	Sora	Sr		< 5	> 50	2...60
Moreeni maalajit	Silttimoreeni	SiMr		> 50	> 5	< 0,06
	Hiekkamoreeni	HkMr		5...50	5...50	0,06...2
	Soramoreeni	SrMr		> 5	> 50	> 2

Eloperäiset maalajit ovat nimensä mukaan syntyneet eloperäisestä aineksesta, mikä on ajan saatossa muuttunut turpeeksi ja liejuksi yms. Muut maalajit ovat kivennäismaalajeja. Nämä kaikki ovat syntyneet erilaisista kivennäisaineista luonnonvoimien seurauksena ja ovat muovautuneet vuosituhansien saatossa omaan olomuotoonsa.

Taulukko 5. Kivennäismaalajien geotekninen luokitus [6, s. 187]

Päälajite Nimi	Lyhennys		Alalajite	Rakeiden läpimitta, mm	
	GEO	SFS-EN ISO		GEO	SFS-EN ISO
Savi	Sa	CI		≤ 0,002	< 0,002
Siltti	Si	Si		> 0,002...0,06	> 0,002...0,063
		FSi	Hienosiltti	> 0,002...0,006	> 0,002...0,0063
		MSi	Keskisiltti	> 0,006...0,02	> 0,0063...0,02
		CSi	Karkeasiltti	> 0,02...0,06	> 0,02...0,063
Hiekka	Hk	Sa		> 0,06...2,0	> 0,063...2,0
		FSa	Hienohiekka	> 0,06...0,2	> 0,063...0,2
		MSa	Keskihiekka	> 0,2...0,6	> 2,0...0,63
		CSa	Karkeahiekka	> 0,6...2,0	> 0,63...2,0
Sora	Sr	Gr		> 2,0...60,0	> 2,0...63
		FGr	Hienosora	> 2,0...6,0	> 2,0...6,3
		MGr	Keskisora	> 6,0...20,0	> 6,3...20,0
		CGr	Karkeasora	> 20,0...60,0	> 20,0...63,0
Kivet	Ki	Co		> 60...600	> 63...200
			Pienet kivet	> 60...200	
			Suuret kivet	> 200...600	
Lohkareet	Lo	Bo		> 600	> 200...630
Suuret lohkareet		LBo			> 630

Kivennäismaalajit on luokiteltu ominaisuuksien mukaan, kuten taulukosta 5 voidaan havaita. Maalaji saa nimensä sen lajitteen mukaan, jonka seulontakokeen käyrän läpäisyarvo on 50 % d₅₀ seulontakokeessa. Savi on maalaji, joka eroaa muista kivennäismaalajeista tässä. Savi nimitään savilajitemäärän mukaan. Jos maalajitteesta savea on vähintään 30 %, nimetään koko maalajite saveksi. Maalajikkeiden nimiä voidaan täsmentää tarvittaessa lisämääreillä esim. savinen, hiekkainen jne. [1, s. 8.]

3.2 Kivennäismaalajit

3.2.1 Savi

Savi on maalaji, joka sisältää alle 0,002 mm kokoisia rakeita vähintään 30 % koko painostaan.

Saven tunnistettavin tuntomerkki on sen muovailtavuus. Tämä voidaan todeta kierityskokeella. Kun luonnonkosteaa savea kieritetään käsissä, voidaan siitä muovata tanko, jonka paksuus voi olla alle 2 mm. Savi on kosteana hyvin sitkeää. Kuivuessaan savella on ominaispiirteitä, jotka ovat helppo tunnistaa. Kuivuessaan savi kutistuu voimakkaasti. Kuivaa savea on sormivoimin vaikeaa murentaa palasiksi. Savi ei myöskään pölyä sormin hangatessa. Saven väri vaihtelee sinertävän, harmaan, punertavan ja mustan välillä. Jos saveen on sekoittunut liejua, heikentää tämä saven rakennetta eikä sitä voida muovailla yhtä helposti eikä se myöskään pysy kasassa yhtä hyvin. [4, s. 66.]

Savilajite voidaan nimetä sisältämänsä saven määrästä laiaksi tai lihavaksi saveksi. Jos lajite sisältää 30-50 % savea, on se laiha. Jos lajite sisältää yli 50 % savea, on se lihavaa savea. [5, s. 23.]

Savi ei sovellu ominaisuuksiltaan kantaviin rakennekerroksiin rakennusten alueella. Savea voidaan kuitenkin käyttää esim. vettä läpäisemättömänä kerroksena routaeristeiden päällä.

3.2.2 Siltti

Siltti on maalaji, jonka raekoko vaihtelee 0,002-0,06 mm. Siltti voidaan jakaa myös omiin alaluokkiinsa raekoon mukaan. Luokkia ovat hieno-, keskikarkea- ja karkeasiltti.

Siltin esiintyessä luonnonkosteana on se kiinteä. Siltti kuitenkin muuttuu helposti juoksevaksi tai venyväksi rakentamisen aikana käytettävien työkalujen, työkoneiden ja liikenteen vaikutuksesta. Kuivuessaan siltti ei juuri kutistu. Siltti murenee helposti kuivuessaan ja tämä aiheuttaa sen, että siltti pölyää voimakkaasti. Siltin väri on yleensä harmaa. Jos siltti sisältää liejua, vahvistaa tämä hieman siltin rakennetta. [4, s. 66.]

Siltti ei sovellu ominaisuuksiltaan rakentamiseen, ja se kuljetetaan pois tontilta.

3.2.3 Hiekka

Hiekka on maa-aines, jonka raekoko vaihtelee 0,06-2 mm välillä. Myös hiekka voidaan jakaa omiin alaluokkiin. Luokat ovat hieno-, keskikarkea- ja karkeahiekka.

Hiekka on veden vaikutuksesta pyöristynyt, ja se ei sisällä paljonkaan hienoainesta. Vähäinen hienoaineksien määrä voi kuitenkin saada hiekan pölisemään sen ollessa kuivaa. Hiekan väri vaihtelee voimakkaasti sen syntymateriaalin mukaan. [4, s. 66.]

Hiekkaa käytetään maarakentamisessa esim. jakavana kerroksena, suodatinkerroksena tai täyte materiaalina esim. kaukolämpöputkien kaivannoissa.

3.2.4 Sora

Soran raekoot vaihtelevat 2-60 mm välillä. Myös sora voidaan jaotella hienoksi, keskikarkeaksi ja karkeaksi soraksi.

Soran materiaali on veden vaikutuksesta pyöristynyt. Sora ei myöskään sisällä paljoakaan hienoainesta. Hienoainesta löytyy kuitenkin aina vähintään pieniä määriä myös sorasta. Tämä hienoaines voi saada soran pölyämään. [4, s. 66.]

Sora on aina hiekkaa kantavampi maa-aines, mutta soran ja hiekan väliset eroavaisuudet eivät kuitenkaan ole yhtä jyrkät kuin saven ja siltin. Raekoon kasvaessa kasvavat myös soran lujuusominaisuudet. [5, s. 22.]

Suurikokoisimpia sorarakeita voidaan murskata ja jalostaa, sekä saada näin pienempää materiaalia, jota voidaan käyttää maarakennuksessa esim. kantavana rakenteena. Soraa voidaan käyttää myös tiemateriaalina.

3.2.5 Moreeni

Moreenit ovat syntyneet viimeisen jääkauden aikana, kun mannerjää murskasi ja sekoitti maala-jeja keskenään. Tämän takia moreeni on aina lajittumaton maa-aines. Moreenissa on aina hie-noainesta, joka tekee kuivan moreenin isoimpien rakeiden pinnat pölyiseksi moreenin ollessa kui-vaa. Hienoaineksesta johtuu myös se, että kosteana nämä rakeet ovat likaisia. Moreenit voivat sisältää hyvinkin suuria rakeita aina kivistä lohkareisiin. Näiden kappaleiden muodot ovat usein kulmikkaita. Kuivana moreeni on hyvin tiivis maalaji ja sitä on vaikea käsitellä pelkin käsityökaluin. Moreenin väri on yleensä harmaa. Lähellä maan pintaa väri kuitenkin muuttuu ruskeaksi. Tämä johtuu maanpinnan kasvillisuudesta, josta on liennut humushappoa, mikä värjää moreenin. [4, s. 66.]

Moreenimaista voidaan käyttää seuraavia nimikkeitä. Ne ovat jaoteltu hallitsevan sivulajitteen mukaan:

-soramoreenimaa

-hiekkamoreenimaa

-hietamoreenimaa

-karkea hietamoreenimaa

-hieno hietamoreenimaa

-hiesumoreenimaa

-savimoreenimaa

Moreenimaa suoraan itsessään ei sovellu juurikaan pohjarakentamiseen rakennekerroksissa. Mo-reeni voidaan jättää massanvaihtoalueen alle, jos se on todettu pohjatutkimuksissa tarpeeksi kan-tavaksi maakerrokseksi. Moreenia voidaan seuloa ja puhdistaa ja ottaa siitä esim. halutut hiekat ja sorat erilleen niin, että niitä voidaan käyttää tämän jälkeen uusissa rakennekerroksissa.

3.2.6 Murske

Murske on kalliosta tai isoista kivistä murskaamalla tuotettua kiviainesmateriaalia. Murske on yleisesti käytössä maarakentamisessa oleva materiaali, sillä luonnon soraesiintymisten vähentyessä on korvaavalle tuotteelle ollut tarvetta. Murskeita saadaan erikokoisina ja haluttuina tuotteina.

Mursketta käytetään esim. kantavana rakenteena maarakentamisessa. Lisäksi murske on siitä hyvä materiaali, että se on routimaton eikä siinä esiinny kapillaari-ilmiötä, jos se on pesty puhtaaksi hienoaineesta.

3.3 Eloperäiset maalajit

3.3.1 Turve

Turve on erilaisten kasviainesten jätteistä muodostuva maalaji, jossa on eri maatumisasteessa olevaa kasvijätettä. Turve on siis helppo tunnistaa kuituisen ja kasviosia sisältävän rakenteensa perusteella. Turpeella on kolme maatumisastetta. Nämä asteet ovat nimeltään raakaturve, keskinkertaisesti maaton turve ja maaton turve. Nämä asteet on helppo tunnistaa puristuskokeen avulla. [4, s. 65.]

Raakaturve sisältää pääasiassa maatomatonta kasviainesta, joka voi olla vielä osittain elävää, kimmoisaa ja sitkeää. Puristuskokeessa raakaturpeesta ei liiemmin erotu mitään nyrkistä paitsi kirkasta tai sameaa vettä. [4, s. 65.]

Keskinkertaisesti maaton turve sisältää lähes jo kokonaan maatonutta kasvijätettä, jossa on kuitenkin vielä hieman havaittavissa kasvien osia. Puristuskokeessa turve hajoaa osaksi puuromaiseksi massaksi ja siitä noin kolmannes puristuu ulos nyrkistä. [4, s. 65.]

Maaton turve on kokonaan yhtenäistä puuromaista massaa, ja siitä ei voi enää erottaa kasviosia paljain silmin. Puristuskokeessa koko massa puristuu ulos käsistä. Tämän asteen kuivunut turve pölyää ja murenee helposti. [4, s. 65.]

Turve ei sovellu kanataviin rakennekerrokseen. Turvetta voidaan käyttää kuitenkin viherrakentamisessa turvemultana, kun siihen sekoitetaan hiekkaa. Lisäksi turvetta käytetään polttoaineena voimalaitoksilla.

3.3.2 Lieju

Lieju on omaperäinen eloperäisten maalajien joukossa, sillä se voi sisältää yli 50 % omasta koostumuksestaan kivennäismaa-aineita. Luonnonkosteana lieju tuntuu kimmoisalta, mutta se ei ole muovailtavissa ja repeilee helposti käsiteltäessä. Liejun tunnistaa yleensä sen epämiellyttävästä hajusta. Liejun väri vaihtelee harmaanvihreän ja ruskean välillä. Liejun kuivuessa kutistuu se voimakkaasti eikä se enää uudelleen kostuessa turpoa. Kuivana lieju on kovaa, sarvimaista ja kevyttä. [4, s. 66.]

Lieju muiden eloperäisten maalajien tapaan ei sovellu ominaisuuksiltaan maarakentamiseen.

3.3.3 Muta

Muta on yleensä veden mukanaan kuljettamaa ja vesistön pohjalle saostunutta eloperäistä maa-ainesta. Muta on koostumukseltaan erittäin löyhää. Väriltään muta on yleensä mustan ruskeaa. Mudan kuivuessa alkaa se kutistua ja halkeilla. Kuivuminen ei muuta sen väriä erityisesti. [4, s. 66.]

Myöskään muta ei sovellu millään tavalla maarakentamiseen.

3.3.4 Humusmaa

Humusmaa on maa-aines, josta käytetään yleiskielessä nimitystä ruokamulta. Maa-aines on yleensä maanpinnalla oleva ohut kasvukerros, missä voi kasvaa esim. nurmikkoja. Humusmaan koostumuksesta vähintään 20 % on eloperäistä materiaalia. Maa-aines on väritykseltään mustaa, tummanruskeaa tai harmaata. Lisäksi se on kuohkeaa ja helposti käsiteltävään jopa käsityökaluilla. [4, s. 66]

Humusmaa on yleinen maa-aines, jota käytetään sekä maa- että viherrakentamisessa pintarakenteena.

4 Massalaskenta

Seuraavassa esitellään massalaskentaan liittyviä perusasioita Olli-Pekka Hartikaisen Maanrakennustekniikka-kirjan mukaisesti [1].

4.1 Perusteet

Maa- ja kalliomassojen tilavuudet vaihtelevat huomattavasti massojen käsittelyn ja eri työvaiheiden aikana. Eri käsittelytilanteen mukaan riippuvat tilavuusyksiköt sekä näiden yksiköiden keskinäistä riippuvuutta kuvaavat massakertoimet on esitelty kuvassa 1. Tilavuuskäsitteet on jaettu viiteen eri luokkaan ja niitä ovat: [1, s. 174–175.]

-teoreettinen kiintotilavuus m^3_{ktr}

-todellinen kiintotilavuus m^3_{ktd}

-todellinen irtotilavuus m^3_{itd}

-todellinen rakennetilavuus m^3_{rtd}

-teoreettinen rakennetilavuus m^3_{rtr} .

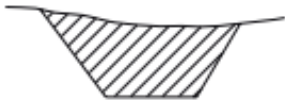



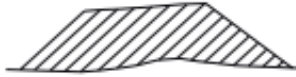
Teoreettisella kiintotilavuudella tarkoitetaan massan tilavuutta luonnontilassa suunnitelman mukaisten teoreettisten poikkileikkausten perusteella mitattuna [1, s. 175.].

Todellisella kiintotilavuudella tarkoitetaan massan tilavuutta luonnontilassa mitattuna todellisten poikkileikkausten mukaisesti [1, s. 175.].

Todellisella irtotilavuudella tarkoitetaan massan todellista tilavuutta, joka massalla on kuormaustilassa kuljetusvälineen lavalla [1, s. 175.].

Todellisella rakennetilavuudella tarkoitetaan massan tilavuutta rakenteessa mitattuna todellisella rakennettujen poikkileikkausten mukaan [1, s. 175.].

Teoreettisella rakennetilavuudella tarkoitetaan teoreettista poikkileikkausten mukaista rakennetilavuutta [1, s. 175.].

Lyhenne	Nimitys	Selitys	
m^3ktr	teoreettinen kiintotilavuus	luonnontilainen, teoreettinen poikkileikkaus (mitattu piirustuksista)	
$y_1 = \frac{m^3ktd}{m^3ktr}$	ryöstökerroin		
m^3ktd	todellinen kiintotilavuus	luonnontilainen, todellinen poikkileikkaus (mitattu luonnossa)	
$k_1 = \frac{m^3itd}{m^3ktd}$	löyhymiskerroin		
m^3itd	todellinen irtotilavuus	todellinen tiettyssä käsittelyvaiheessa	
$k_2 = \frac{m^3rtd}{m^3itd}$	tiivistymiskerroin		
m^3rtd	todellinen rakennetilavuus	rakenteessa, todellinen poikkileikkaus (mitattu luonnossa)	
$y_2 = \frac{m^3rtr}{m^3rtd}$	täyttökerroin		
m^3rtr	teoreettinen rakennetilavuus	rakenteessa, teoreettinen poikkileikkaus	

Kuva 1. Tilavuuskäsitteet ja massakertoimet

Näistä viidestä käsitteestä käytetään peruskäsitteinä kiintotilavuutta, irtotilavuutta ja rakennetilavuutta [1, s. 10].

4.2 Kertoimet

Erialaisten maalajien eri käsittelyvaiheen tilavuuksien välisiä suhteita ilmaistaan massakertoimilla [1, s. 10]. Näitä kertoimia on olemassa neljä kappaletta.

Ryöstökerroin y_1 ilmoittaa teoreettisen ja todellisen kiintotilavuuden välistä suhdetta. Kerroin lasketaan jakamalla todellinen tilavuus teoreettisella tilavuudella. Kerroin on normaalitilanteissa aina yli yksi. [2, s. 28]

Löyhtymiskerroin k_1 ilmoittaa kuljetusvälineessä olevan irtonaisten massaerien tilavuuden suhteessa saman massaerän luonnontilaiseen tilavuuteen [1, s. 176].

Kerroin lasketaan jakamalla todellinen irtotilavuus todellisella kiintotilavuudella. Koska jakaja on kiintotilavuus johtaa tämä siihen, että kerroin on aina yli yksi. [2, s. 29]

Tiivistymiskerroin k_2 ilmoittaa todellisen rakennetilavuuden ja todellisen irtotilavuuden suhdetta. Kerroin saadaan jakamalla rakennetilavuus irtotilavuudella. Tämän takia kerroin on aina pienempi kuin yksi. [2, s. 29]

Täyttökerroin y_2 ilmoittaa teoreettisen rakennetilavuuden suhteen todelliseen rakenteen tilavuuteen [1, s. 176].

Tämä kerroin saadaan jakamalla teoreettinen rakennetilavuus todellisella rakennetilavuudella. Tämän takia kerroin on yleensä pienempi kuin yksi. [2, s. 29]

”Löyhtyminen ja tiivistyminen riippuvat maalajista, erityisesti sen kivisyydestä ja kosteudesta sekä käsittely tavasta. Löyhtymiskertoimeen vaikuttavat lisäksi maalajin luonnontilainen irtotiheys ja mahdollinen routa. Tiivistymiskertoimeen vaikuttaa luonnollisesti se tiiveys johon maalaji halutaan rakenteessa tiivistää.” [1, s. 10]

Taulukko 6. Massakertoimet [7, s. 167]

Maalaji	Massakertoimien yhdistelmät ja käänteisarvot						
	Tilavuusyksikkö ennen kertomista massakertoimella						
	1) m ³ ktr	2) m ³ ktd	3) m ³ itd	4) m ³ rtd	5) m ³ rtr		
			$\frac{1}{y_1}$	$\frac{1}{k_1} \times \frac{1}{y_1}$	$\frac{1}{k_2} \times \frac{1}{k_1} \times \frac{1}{y_1}$	$\frac{1}{y_2} \times \frac{1}{k_2} \times \frac{1}{k_1} \times \frac{1}{y_1}$	
Savi			0,95	0,60	1,10	1,10	1) m ³ ktr
Siltti			0,94	0,63	0,98	0,98	
Hiekka			0,95	0,77	1,05	1,16	
Sora			0,87	0,77	1,05	1,16	
Louhe			0,91	0,52	0,57	0,52	
M-sora			0,83	0,46	0,60	0,67	
Murske			0,83	0,40	0,54	0,60	
	y ₁			$\frac{1}{k_1}$	$\frac{1}{k_2} \times \frac{1}{k_1}$	$\frac{1}{y_2} \times \frac{1}{k_2} \times \frac{1}{k_1}$	2) m ³ ktd
Savi	1,05			0,63	1,16	1,16	
Siltti	1,06			0,66	1,04	1,04	
Hiekka	1,05			0,80	1,10	1,21	
Sora	1,15			0,87	1,20	1,33	
Louhe	1,10			0,57	0,63	0,57	
M-sora	1,20			0,56	0,72	0,80	
Murske	1,20			0,48	0,65	0,73	
	y ₁ × k ₁	k ₁			$\frac{1}{k_1}$	$\frac{1}{y_2} \times \frac{1}{k_2}$	3) m ³ itd
Savi	1,68	1,60			1,85	1,85	
Siltti	1,59	1,50			1,56	1,56	
Hiekka	1,30	1,25			1,37	1,52	
Sora	1,32	1,15			1,39	1,54	
Louhe	1,93	1,75			1,11	1,01	
M-sora	2,16	1,80			1,30	1,45	
Murske	2,52	2,10			1,37	1,52	
	y ₁ × k ₁ × k ₂	k ₁ × k ₂	k ₂			$\frac{1}{y_2}$	4) m ³ rtd
Savi	0,91	0,86	0,54			1,00	
Siltti	1,02	0,96	0,64			1,00	
Hiekka	0,95	0,91	0,73			1,11	
Sora	0,95	0,83	0,72			1,11	
Louhe	1,74	1,58	0,90			0,91	
M-sora	1,66	1,39	0,77			1,11	
Murske	1,84	1,53	0,73			1,11	
	y ₁ × k ₁ × k ₂ × y ₂	k ₁ × k ₂ × y ₂	k ₂ × y ₂	y ₂			5) m ³ rtr
Savi	0,91	0,86	0,54	1,00			
Siltti	1,02	0,96	0,64	1,00			
Hiekka	0,86	0,82	0,66	0,90			
Sora	0,86	0,75	0,65	0,90			
Louhe	1,91	1,74	0,99	1,10			
M-sora	1,49	1,25	0,69	0,90			
Murske	1,66	1,38	0,66	0,90			

Tilavuusyksikkö, joka on kerrottu massakertoimella

Taulukkoon 6 on koottu erilaisia kertoimia, jotka on jo valmiiksi laskettu niin, että erilaisia maa-aineksia voidaan muuttaa suoraan halutuiksi tilavuuksiksi ilman, että tarvitsee laskea useilla eri kertoimilla niitä.

Yleisin yksikkö millä maa-aineksia myydään, on tonni. Siksi on hyvä tietää likimääräiset maa-ainesten painomäärät kuutioittain. Nämä on esitetty alla olevassa taulukossa 7.

Taulukko 7. Likimääräiset tilavuuspainot [8, s. 14]

Likimääräiset maa- ja kiviainesten tilavuuspainot auton lavalle kuormattuina

Maalaji		Tilavuuspaino
Turve		1,100 t/m ³
Multa		1,300 t/m ³
Savi		1,500 t/m ³
Siltti (Hiesu)		1,600 t/m ³
Hiekka	Hieno	1,300 t/m ³
	Karkea	1,500 t/m ³
Sora	Hieno	1,600 t/m ³
	Karkea	1,800 t/m ³
Moreeni	Hieno	1,500 t/m ³
	Karkea	1,700 t/m ³
	Kivinen	1,900 t/m ³
Louhe		1,800 t/m ³
Soramurske	0...20 mm	1,550 t/m ³
	0...35 mm	1,650 t/m ³
	0...65 mm	1,750 t/m ³
Kalliomurske	0...20 mm	1,500 t/m ³
	0...35 mm	1,600 t/m ³
	0...65 mm	1,700 t/m ³

5 Laskentaohjelman luominen

Tämän työn pääasiallisena aiheena oli luoda maarakennustöiden urakkalaskentaohjelma Vumos Oy:lle. Sen tarkoituksena oli helpottaa laskentaa ja vähentää käsinlaskennan tarvetta. Tässä luvussa esitellään tarkemmin sekä yritys että taulukko-ohjelma, jolla luotiin laskentaohjelma. Lisäksi käydään yleisesti läpi ohjelman luomisprosessi.

Ohjelmaa tullaan testaamaan yrityksessä vielä lisää tulevaisuudessa ja sen soveltavuutta arvioidaan tulevaisuuden eri rakennuskohteissa. Sitten kun ohjelma todetaan hyväksi ja toimivaksi, otetaan se käyttöön yrityksellä lähitulevaisuudessa.

5.1 Vumos Oy

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana oli Vumos Oy. Vumos Oy on vuonna 2008 perustettu kaajanilainen yritys, joka jakautuu Vumos Industrial Solutions ja Vumos Green-puoliin.

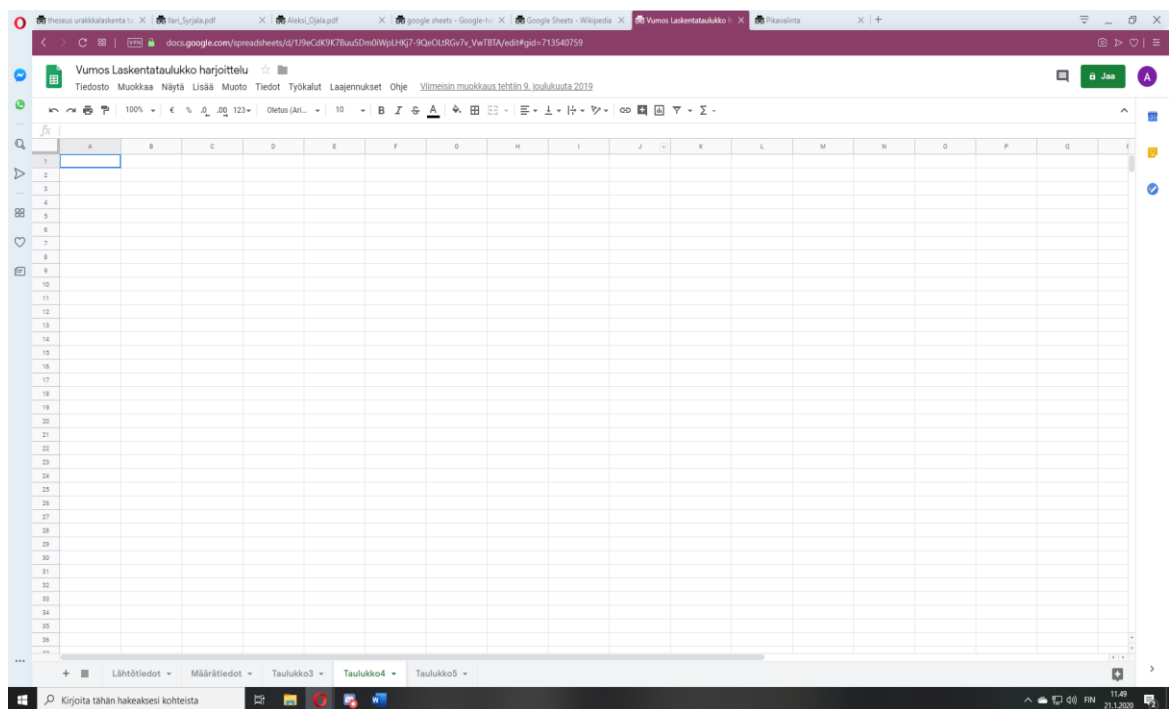
Vumos Industrial Solutions on kehittänyt ja patentoinut liikuteltavan suursäkkien pakkauskoneen, jota voidaan käyttää erilaisten teollisuusmateriaalien pakkaamiseen. Pakkauspalveluitaan yritys tarjoaa tällä hetkellä Suomessa, mutta tarkoituksena on laajentaa toiminta myös ulkomaille. Yritys tarjoaa myös konevuokrauspalveluita Suomessa.

Vumos Green tarjoaa maa- ja viherrakentamisen suunnittelu ja rakennuspalveluita Kainuussa ja Uudellamaalla. Varsinkin Uudenmaan toimintaan tullaan laajentamaan lähitulevaisuudessa yhä suurempiin urakoihin.

5.2 Sheets-ohjelma

Yrityksellä on käytössä Googlen Sheets-ohjelma. Ohjelma on Googlen luoma selainpohjainen taulukkolaskentaohjelma, joka on ilmainen jokaiselle, joka omistaa Google-tilin. Taulukoita voivat muokata kaikki ne henkilöt, joille on annettu käyttöoikeudet kyseiseen taulukkoon. Sheets on yhteensopiva Microsoftin Excel-tilukkojen kanssa, joten taulukkoja voidaan vaihdella ohjelmien

välillä ilman suurempia ongelmia, joskaan monimutkaisemmat funktiot, joita on luotu toisessa ohjelmassa, eivät välttämättä siirry automaattisesti toiseen ohjelmaan. Lisäksi taulukon ulkonäkö on hyvin lähellä Exceliä, kuten kuvasta 2 voidaan nähdä.



Kuva 2. Sheets-ohjelman perusnäky

Ohjelmaa käytetään yrityksessä sen helppouden ja pilvipalveluominaisuuksien ansiosta. Pilvipalvelun ansiosta taulukot eivät ole sidottuja vain työtietokoneeseen, vaan ne voidaan avata missä vain myös esim. kännykän sovelluksella.

5.3 Laskentaohjelman luominen

Laskentaohjelman tekeminen käynnistyi niin, että yrityksen tiloissa pidettiin aloituspalaveri, missä käytiin läpi yrityksen tarpeita tulevaan ohjelmaa varten. Ohjelman tavoitteet olivat seuraavanlaiset:

-saada aikaan laskentataulukko, joka nopeuttaa tarjousprosessia maa- pohjarakennuskohteissa

-visuaalisuus

-muunneltavuus erilaisilla dimensioilla

-selkeys

-ohjeet, jotta kuka vain voi käyttää

-yhteenvetotaulukko

-muutokertoimet.

Näiden tavoitteiden pohjalta ohjelmaa aloitettiin kehittämään. Ohjelman kehittäminen käynnistyi niin, että aloituspalaverissa luotiin pieni malliohjelma. Malliohjelman pohjalta luotiin harjoitusohjelma, missä kokeiltiin erilaisia mahdollisuuksia, miten haluttu oikea ohjelma olisi hyvä rakentaa. Harjoitusohjelmasta saatujen tietojen ja kokemusten pohjalta luotiin todellinen ohjelma.

Ohjelman tekemistä ja valmistumista seurattiin yrityksen puolesta noin kuukauden välein pidetyissä palavereissa. Näissä keskusteltiin ja vaihdettiin ideoita, mitä voitaisiin lisätä tai muuttaa ohjelmassa. Ohjelman valmistumista seurattiin myös koulun puolelta noin puolentoista kuukauden välein pidetyissä palavereissa. Näissä käytiin läpi ohjelmaa ja opinnäytetyötä ohjaavan opettajan kanssa. Myös hänen ehdotuksiaan otettiin huomioon ohjelmaa luodessa.

Taulukon ensimmäinen sivu nimettiin Lähtötiedoiksi. Tälle sivulle luotiin joukko perustietoja, joita yhdistelemällä ohjelma pystyy automaattisesti laskemaan erilaisten pois vietävien ja tuotavien maamassojen määriä. Ohjelmaan luotiin laskentaan mahdollisuudet kolmelle rakennukselle ja kahdelle kanaalikaivannolle. Näitä rakennusten ja kanaalikaivantojen lukumääriä voidaan kuitenkin tulevaisuudessa haluttaessa lisätä ja yhdistää ohjelmaan, mikäli tarvetta tulee tulevaisuudessa isommille määrille.

Lisäksi ohjelma osaa valita rakennusten massanvaihtosyvyyden. Tämä syvyys valitaan sen mukaan, onko pohjatutkimuksissa määritetty jokin tietty syvyys, jolle pitää massat vaihtaa vai riittääkö pelkkä minimissanvaihto syvyys. Lisäksi sivulle luotiin hyperlinkit ohjesivulle, missä lukee selitykset eritiedoille, jotta kaikki yrityksessä ymmärtäisivät, mitä mikäkin asia tarkoittaa. Kuva 3 havainnollistaa lähtötietosivua.

Kohteen tiedot			Rakennus 1			Rakennus 2			Rakennus 3		
Osoite			Selite	Määrä	Yksikkö	Selite	Määrä	Yksikkö	Selite	Määrä	
Kunta ja Postinumero			Rakennuksen pituus	5	m	Rakennuksen pituus		m	Rakennuksen pituus		
Kiinteistö tunnus			Rakennuksen leveys	5	m	Rakennuksen leveys		m	Rakennuksen leveys		
			Rakennuksen pinta-ala	25	m ²	Rakennuksen pinta-ala	0	m ²	Rakennuksen pinta-ala	0	
			Rakennuksen piri	20	m	Rakennuksen piri	0	m	Rakennuksen piri	0	
			Massanvaihto alueen pituus	8	m	Massanvaihto alueen pituus	3	m	Massanvaihto alueen pituus	3	
			Massanvaihto alueen leveys	8	m	Massanvaihto alueen leveys	3	m	Massanvaihto alueen leveys	3	
			Massanvaihto alueen pinta-ala	64	m ²	Massanvaihto alueen pinta-ala	9	m ²	Massanvaihto alueen pinta-ala	9	
			Sokkelin korkeus maan päällä	0,3	m	Sokkelin korkeus maan päällä	0,3	m	Sokkelin korkeus maan päällä	0,3	
			Sokkelin korkeus maan alla	1,2	m	Sokkelin korkeus maan alla	0,9	m	Sokkelin korkeus maan alla	0,9	
			Sokkelin korkeus	1,5	m	Sokkelin korkeus	1,2	m	Sokkelin korkeus	1,2	
			Kapilaarikatko	0,3	m	Kapilaarikatko	0,3	m	Kapilaarikatko	0,3	
			Eristäyttö	-1	m	Eristäyttö	-0,2	m	Eristäyttö	2	
			Nyk. maanpinnan keskilinko	+ 100	m	Nyk. maanpinnan keskilinko	+ 100	m	Nyk. maanpinnan keskilinko	+ 100	
			Tuleva maanpinnan keskilinko	+ 99,9	m	Tuleva maanpinnan keskilinko	+ 100	m	Tuleva maanpinnan keskilinko	+ 100	
			Ohjeellinen vähimmäiskäivisyvyys	+ 99	m	Ohjeellinen vähimmäiskäivisyvyys	+ 99	m	Ohjeellinen vähimmäiskäivisyvyys	+ 96	
			Lattiapinnankorkeus	+ 100,2	m	Lattiapinnankorkeus	+ 100,3	m	Lattiapinnankorkeus	+ 100,3	
			Kapilaarikatkon alapinta	+ 98,4	m	Kapilaarikatkon alapinta	+ 98,8	m	Kapilaarikatkon alapinta	+ 98,8	
			Todellinen käivutaso	+ 99	m	Todellinen käivutaso	+ 99	m	Todellinen käivutaso	+ 96	
			Massanvaihto alueen alapinnan syvyys	+ 98,4	m	Massanvaihto alueen alapinnan syvyys	+ 98,8	m	Massanvaihto alueen alapinnan syvyys	+ 96	
			Massanvaihto alueen syvyys	1,6	m	Massanvaihto alueen syvyys	1,2	m	Massanvaihto alueen syvyys	4	

Kuva 3. Lähtötiedot-välilehti

Lähtötietoja yhdistelemällä ohjelma laskee seuraavalle sivulle erilaisten massojen menekien tietoja. Lisäksi ohjelma laskee suodatinkankaiden, routaeristeiden, patolevyjen, sadevesiputkien ja salaojaputkien menekit.

Nämä tiedot siirtyvät seuraavaksi Määrätiedot-sivulle. Tällä sivulla otettiin huomioon massojen massakertoimet, tilavuuskertoimet sekä muiden materiaalien mahdolliset ylimääräiset menekit. Sivun näkymä voidaan nähdä kuvasta 4.

Nimike ja selitys	Määrätiedot		Yksikkö	Muutokerroin	Tävuuskeroin	Määrä	Yksikkö
	Määrätiedot						
Maankaivuu							
Pintamaan poisto	50,4	m ³ kr		1,68		84,672	m ³ td
Kivesyastallimurukseen massavai	50	m ³ kr				0	m ³ td
Massaväntö Rakennus 1	102,4	m ³ kr		1,2		122,88	m ³ td
Massaväntö Rakennus 2	10,8	m ³ kr				0	m ³ td
Massaväntö Rakennus 3	36	m ³ kr				0	m ³ td
Kanaali kaivuu 1	0	m ³ kr				0	m ³ td
Kanaali kaivuu 2	0	m ³ kr				0	m ³ td
Täyttö ja tiivistys piha							
Pintatäyttö	50,4	m ³		1,8	1,3	117,936	t
Kivesyastallimuruse täyttö	50	m ³				0	t
Täyttö ja tiivistys Rakennus 1							
Esiäyttö	-38,4	m ³				0	t
Kapilaarikatko	19,2	m ³				0	t
Ulkoäyttö	46,8	m ³				0	t
Sisäkäyttö	37,5	m ³				0	t
Täyttö ja tiivistys Rakennus 2							
Esiäyttö	-1,8	m ³				0	t
Kapilaarikatko	2,7	m ³				0	t
Ilkotiivyt	8,1	m ³				0	t

Kuva 4. Määrätiedot-välilehti

Määrätiedot-välilehdeltä erilaiset kertoimet huomioon ottaneet menekit siirtyvät Kustannukset-välilehdelle. Tällä välilehdellä aletaan laskemaan materiaalien hintoja ja työkustannuksia. Työmenekit ja -kustannukset on eritelty työmiehille, kaivinkoneelle ja kuorma-autolle erikseen. Lisäksi voidaan huomioida mahdolliset aliurakat, mikäli ne tulevat kohteessa kysymykseen. Kustannusvälilehti voidaan nähdä kuvassa 5.

KOODI	NIMIKE JA SELITYS	MÄÄRÄTIEDOT		TYÖKUSTANNUS Rakennusmes						TYÖKUSTANNUS Kaivinkone						KUSTANNUSTIEDOT	
		RO	SUO	Määrä	Yks.	h/yks	h/yht	€h	€/yks	yht.€	h/yks	h/yht	€h	€/yks	yht.€	h/yks	h/yht
10	MAA- JA POHJARAKENNUS																
11	Tontin raivaus ja purku																
	Raivaus			300	m2	1	300	40,00 €	40,00 €	12 000,00 €	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	Kantojen poisto			300	m2			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
12	Maan kaivuu																
	Pintamaan poisto			84,672	m3td	0,02	1,69344	15,00 €	0,30 €	25,40 €	0,5	42,336	30,00 €	0,07 €	1 270,08 €	0,02	1,69344
	Kivesy/sastallimurkealueen massanvaihto			0	m3td			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	Massanvaihto Rakennus 1			122,88	m3td			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	Massanvaihto Rakennus 2			0	m3td			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	Massanvaihto Rakennus 3			0	m3td			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	Kanaali kaivuu 1			0	m3td			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	Kanaali kaivuu 2			0	m3td			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
15	Salaajat ja putkijohdot																
	Salaajat rakennus 1			24	jm			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	Salaajat rakennus 2			0	jm			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	Salaajat rakennus 3			0	jm			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	Sadevesiputket rakennus 1			0	jm			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	Sadevesiputket rakennus 2			0	jm			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	Sadevesiputket rakennus 3			0	jm			0,00 €	0,00 €	0,00 €	0	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €

Kuva 5. Kustannukset-välilehti

Kustannukset-välilehdeltä erilaiset työmenekit, materiaali- ja hintatiedot siirtyvät Yhteenveto- välilehdelle. Siellä ne ovat eriteltynä, jotta saadaan selvä käsitys siitä, minkä verran työtä eri ihmisillä ja välineillä tarvitaan kohteessa ja kuinka paljon työ ja materiaalit maksavat. Lisäksi tällä sivulla voidaan ottaa huomioon myös muut juoksevat kulut, jotka urakan aikana mahdollisesti tulee vastaan.

Ohjelmasta löytyy vielä kaksi välilehteä. Toinen niistä on nimiltään Selite. Sille voidaan kerätä erilaisia tietoja, jotka helpottaisivat laskentaa esim. massakäsitteiden auki selittäminen tai erilaisten maa-aineksien tilavuuspainot.

Toisen välilehden nimi on Käyttöohje. Sille on luotu hyperlinkit Lähtötiedot-välilehdeltä. Täällä selostetaan, mitä mikäkin asia tarkoittaa ohjelmassa, jotta kaikki, jotka käyttävät sitä, käyttäisivät ja ymmärtäisivät asiat samalla tavalla. Näin estetään väärinkäsitykset ja mahdollistetaan myös ei niin rakennusalaan tuntevien ihmisten ymmärtäminen, mitä ohjelmassa tapahtuu.

Ohjelman luomisen yhteydessä tutustuttiin myös maarakentamisen teoriaan ja aloitettiin luoda opinnäytetyön kirjallista osuutta. Kirjallisen osuuden luominen keskittyi kuitenkin ohjelman luomisen loppuvaiheeseen keväälle 2020.

5.4 Pohdinta ohjelmasta

Ohjelman luominen tapahtui marraskuun 2019 ja helmikuun 2020 välisenä aikana. Ohjelman tekeminen oli hieman haastavaa, sillä se luotiin osittain täysin puhtaalta pöydältä. Kuitenkin luomistyössä onnistuttiin kohtalaisen vaivattomasti eikä suurempia ongelmia onneksi tullut vastaan. Työn ansiosta taulukkolaskentaohjelman käyttäminen kertaantui hyvin opintojen päätöksen aikana.

Ohjelman lähestyttävyyys, käytännöllisyys ja käytettävyys ovat hyvät. Ohjelma on melko yksinkertainen ja välilehdissä olevat asia mahtuvat hyvin isommalla tietokoneennäytöllä ruudulle, joten ohjelma pitäisi olla tältä osin hyvä. Koska kaikki ohjelman osat ovat helposti käytössä samalla ruudulla, helpottaa tämä toimintaa niin, ettei tarvitse etsiä ohjelman eri osia ympäri välilehteä.

Ohjelmaa voidaan vielä kehittää eteenpäin tulevaisuudessa. Tällä hetkellä ohjelma osaa laskea melko yksinkertaisia maakerroksia ja neliön muotoisia rakennuksia. Tulevaisuudessa voitaisiin sitä kehittää niin, että rakennusten muoto voisi olla jotain muutakin. Myös kaivantojen pengerrystä ohjelma ei osaa ottaa huomioon, vaan nämäkin ajatellaan ohjelmassa neliön muotoisina. Tässä olisi myös kehityskohde tulevaisuudessa.

6 Yhteenveto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda tilaajayritykselle Vumos Oy:lle laskentaohjelma maarakentustarjouslaskentaa varten. Tällä voitaisiin yhtenäistää yrityksen laskentatapaa. Työ aloitettiin hyvissä ajoin syksyllä 2019, joten ohjelman sekä teoriaosuuden opinnäytetyöstä pystyttiin tekemään huolella ja kiireettömästi. Tämän ansiosta ohjelmaa pystyttiin muokkaamaan vahvasti juuri tilaajan tarpeiden täyttämiseksi mahdollisimman hyvin.

Työ oli kohtuullisen haastava. Muutamia ongelmia tuli vastaan ohjelman kehittämisen aikana, mutta ne saatiin ratkaistua kohtuullisen helposti, eivätkä ne aiheuttaneet suuria viivästyksiä aikataulussa. Suurin ongelma oli se, ettei määrä- ja massalaskentaa ollut harjoiteltu koulussa kovinkaan paljon. Tästä syystä niihin täytyi tutustua tarkemmin ennen ohjelman luomisen aloittamista. Toinen isompi ongelma oli se, että laskentaohjelmalle ei ollut valmista pohjaa, mille sen olisi voinut luoda. Tämän takia täytyi se luoda suurimmaksi osaksi tyhjältä pohjalta. Muutamia osiin otettiin mallia koulussa käytetystä määrälaskentaohjelmasta. Tästä syystä ohjelman luominen oli hiekkamaastoa, mutta sinä onnistuttiin mielestäni ilman suurempia ongelmia. Jotain ongelma tilanteita lukuun ottamatta ohjelma onnistuttiin luomaan melko helposti.

Ohjelmasta saatiin suurimmaksi osaksi rakennettua juuri sellainen kuin tilaajayritys halusi ja ohjelman rungolle on hyvä alkaa kehittämään lisää ominaisuuksia, mikäli tälle tulee tarvetta tulevaisuudessa.

Mielestäni onnistuin opinnäytetyössä hyvin. Suunnittelemani aikataulu piti hyvin, eikä ylimääräistä kiirettä esiintynyt missään vaiheessa työtä. Työskentely yrityksen ja tekijän välillä oli hyvää ja onnistunutta. Opinnäytetyöstä saatiin hyötyä tekijälle, sillä siinä kertautui opintojen lopuksi taulukkolaskentaohjelmien käyttö, sekä syvennyttiin tarkemmin vielä pohja- ja maarakentamiseen ja urakkalaskentaan.

Lähteet

- [1] Hartikainen O. 1998. Maarakennustekniikka. Hakapaino
- [2] Jääskeläinen R. 2010. Maarakennuksen ja louhinnan perusteet. WS Bookwell Oy
- [3] Rantamäki M. Tammirinne M. 1996. Pohjarakennus. Karisto Oy
- [4] Rantamäki M. Jääskeläinen R. Tammirinne M. 1997. Geotekniikka. Porvoo: Hakapaino Oy
- [5] Jääskeläinen R. 2009. Geotekniikan perusteet. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy
- [6] Maa RYL 2010. Rakennustieto Oy 2010. Viro: Kolofon OÜ
- [7] Infra 2015 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö Määrämittausohje. 2015. Rakennustieto Oy. Tammerprint Oy
- [8] RT-kortisto Ratu 0441
<https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/22058#page=1> katsottu 31.1.2020
- [9] Muhonen A. Rakentamistalouden projektityö kurssimateriaali. Kajaanin ammattikorkeakoulu

