

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Lappeenranta
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Ympäristörakentamisen suuntautumisvaihtoehto

Ville Relander

ETELÄ-SAIMAA GOLFKENTÄN VIHARIÖIDEN KUNTOTUTKIMUS

Opinnäytetyö 2010

TIIVISTELMÄ

Ville Relander

Etelä-Saimaa golfkentän viheriöiden kuntotutkimus, 32 sivua, 10 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu, Lappeenranta

Tekniikka, Rakennustekniikan koulutusohjelma

Ympäristörakentamisen suuntautumisvaihtoehto

Ohjaajat: Lehtori Matti Hakulinen, Saimaan ammattikorkeakoulu

Kenttämestari Pasi Pulkkinen, Viipurin Golf Oy

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä Etelä-Saimaa golfkentän viheriöille kuntotutkimus. Kuntotutkimuksessa tutkittiin pääasiassa kasvualustan rakenteellisia ominaisuuksia tavoitteena löytää mahdollinen syy viheriöiden nurmen huonoon kuntoon. Etelä-Saimaa golfkenttä sijaitsee Lappeenrannassa Tuosan saarella ja työntilaajana toimi Viipurin Golf Oy.

Etelä-Saimaa golfkenttä avattiin vuonna 2006 jolloin viheriöt vaikuttivat olleen hyvässä kunnossa. Seuraavina pelikausina viheriöillä on ollut todella suuria ongelmia nurmen kasvun suhteen varsinkin syksyisin. Runsaiden sateiden yhteydessä viheriöiden nurmen kasvu taantuu rajusti ja ne alkavat voida huonosti.

Rakentamisen kannalta viheriöt ovat vaativin golfkentän osa-alue. Viheriöiden kasvualusta on 30 cm paksu, ja se sekoitetaan hiekasta ja turpeesta. Viheriöiden laadun tulee olla virheetön sekä niille asetetut vaatimukset ovat korkeimmat. Rakentamisvaiheessa ohjeistuksena on käytetty Suomen golfliiton vuonna 2002 julkaisemaa Ohjeita golfkentän rakennustöistä. Kyseistä julkaisua on tämän jälkeen päivitetty vuosina 2007, 2009 ja 2010. Suomessa olevat ohjeistukset ovat olleet ristiriidattomia USGA:n (United States Golf Association) ohjeistusten kanssa, joista nykyiset ohjeistukset ovat pääsääntöisesti tulleetkin. Suomessa yleisesti käytettävät laboratoriomittausmenetelmät poikkeavat uusista ohjeistuksista, joten tulosten vertailu näiden menetelmien kanssa ei ole mahdollista.

Tässä opinnäytetyössä päädyttiin tutkimaan kasvualustaa kerroksittain, sillä viheriöistä oli aikaisemmin tehty alustavia tutkimuksia ja tavoitteena oli löytää ratkaisu ongelmiin eri näkökulmasta. Näytteidenotto suoritettiin viheriöiltä syksyllä 2009, ja ne tutkittiin Saimaan ammattikorkeakoulun maalaboratoriossa.

Tutkimuksissa suurimmaksi ongelmaksi ilmenivät kasvualustan huokostilavuudet. Ilman määrä kasvualustassa osoittautui suhteellisen pieneksi sillä kasvualusta pidättää paljon vettä. Veden määrä kasvualustassa sekä sen tiiviys vaikuttavat ilman määrään. Huokostilavuuksista ei ollut ohjeistuksia eikä vaatimuksia rakentamisvaiheessa käytetyssä ohjeessa. Myös vedenläpäisevyysarvot olivat hieman pienentyneet verrattuna rakennusvaiheen aikaisiin tuloksiin.

Avainsanat: kuntotutkimus, viheriö, kasvualusta, golf

ABSTRACT

Ville Relander

Condition research of Etelä-Saimaa golf course greens,

32 pages, 10 appendices

Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta

Technology, Civil and Construction Engineering

Specialization in Community Infrastructure Engineering

Instructors: Lecturer Matti Hakulinen, Saimaa University of Applied Sciences

Head Green Keeper Pasi Pulkkinen, Viipurin Golf Oy

The purpose of the final year thesis was to make a condition research to Etelä-Saimaa golf course greens. The condition research was focused on physical properties of greens substrate layer. The object was to find the reason of the bad condition of these Golf Course greens. The client of this thesis Viipurin Golf Oy is the management company of Etelä-Saimaa golf course located on the island of Tuosa, Lappeenranta, Finland.

Etelä-Saimaa golf course opened in 2006 when all greens seemed to be in perfect condition. The season 2007 showed a new reality; greens indicate big troubles with turf growth especially in autumn. If rains were intense the greens got to very bad condition.

The hardest components in golf course construction are the greens. The ideal thickness of greens substrate layer is 30 cm composed by a mix of sand and peat. Golf course quality is measured essentially by the quality of the greens having this to be in perfect condition. At the construction time in 2002 Finnish Golf Association published instructions about building a golf course. These instructions were used in the construction work. This publication has been updated three times after that in years 2007, 2009 and 2010. Instructions used in Finland are not in contradiction with USGA (United States Golf Association) green section recommendations. In Finland it is common to use laboratory research methods that are different from the methods used by USGA recommendation, so the results of the research cannot be compared.

This final year thesis decided to research greens substrate layer by layers because there has been some research about the greens. Samples have been taken in autumn 2009 and tests were made in the soil laboratory of Saimaa university of Applied Sciences.

The biggest problem in the research appears to be the porosity of the green substrate layer. There is too low amount of air and the water retention is notably big.

The amount of water and the bulk density affect the amount of air. There were no requirements for porosity at the construction time instructions. The saturated hydraulic conductivity was decreased compared with the construction time results.

Keywords: condition research, green, substrate, golf

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ ABSTRACT

1 JOHDANTO	5
2 VIHARIÖIDEN RAKENNE JA MATERIAALIT	6
3 VIHARIÖIDEN ONGELMAT JA HOITO	8
3.1 Pelaajan haastattelu	8
3.2 Kenttämestarin haastattelu	9
3.3 Hoitotoimenpiteet	10
5 KUNTOTUTKIMUS	12
5.1 Näyteohjelma	12
5.1 Hiekan rakeisuus	14
5.2 Humuspitoisuus ja vesipitoisuus	15
5.3 pH	17
5.4 Vedenläpäisevyys	18
5.4.1 Vedenläpäisevyys 85 %:n tiivysasteessa	20
5.4.1 Vedenläpäisevyys 90 %:n tiivysasteessa	21
5.5 Vedenpidättyvyys	21
5.6 Tiivysaste ja huokostilavuus	23
5.7 Juuripituudet	26
6 TULOSTEN ARVIOINTI	27
7 PARANNUSEHDOTUKSET JA JATKOTOIMENPITEET	30
LÄHTEET	32

LIITTEET

- Liite 1 Näytteidenotto sijainnit
- Liite 2 Kasvualustahiekan ja dressaushiekan rakeisuudet
- Liite 3 Humus- ja vesipitoisuudet
- Liite 4 Vedenläpäisevyydet
- Liite 5 Vedenpidättyvyydet
- Liite 6 Tiiviydet
- Liite 7 Huokostilavuudet
- Liite 8 Saimaan Vesi- ja Ympäristötutkimus Oy:n tulokset
- Liite 9 Sibelco UK Ltd tulokset
- Liite 10 European Turfgrass Laboratories Ltd tulokset

1 JOHDANTO

Ensimmäinen suomalainen golfseura Helsingin Golfklubi perustettiin vuonna 1932 ja Lappeenrannassa toimiva Viipurin Golf ry vuonna 1938. Golfharrastus lähti mittavaan kasvuun Suomessa 1980-luvulla. Golfkentistä lähes puolet, 58 kpl, on rakennettu 1980-luvulla. Nykyään kenttiä on 126 kpl. Seurojen ja jäsenien määrä on kasvanut kenttien kanssa samalla. Vuonna 1985 golfseuroja oli 26 kpl ja jäsenmäärä 6700. Syyskuussa 2009 golfseuroja oli 128 kpl ja jäsenmäärä oli kasvanut jo reiluun 130 000 jäseneen.

Etelä-Saimaa golfkenttä sijaitsee Lappeenrannassa Tuosan saarella Saimaan rannalla. Kenttä on 18-reikäinen, ja sen yhteydessä on harjoitusalueet, klubirakennus sekä huoltorakennukset. Lisäksi sen yhteyteen on varattu tilaa tulevaisuutta varten 9 reiälle. Kentän on suunnitellut ruotsalainen kenttäarkkitehti Peter Fjällman. Rakentaminen aloitettiin talvella 2003 ja avajaiset järjestettiin toukuussa 2006. Kenttähankkeen rakennuttajana toimi Viipurin Golf Oy.

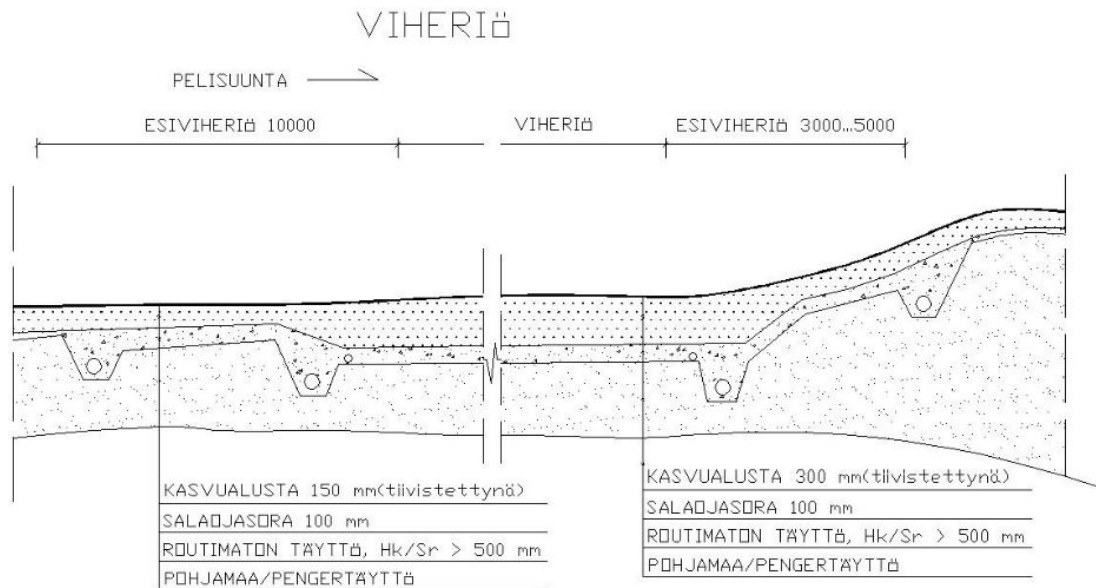
Viheriöt ovat golfkentän vaativin osa-alue rakennus- ja hoitotoimenpiteiden kannalta. Kasvualustan on otettava pelaajista, palloista ja kentän hoitokoneista tuleva kuormitus vastaan ja samalla toimittava nurmen kasvualustana. Viheriöt joutuvat golfkentällä suurimmalla kulutukselle, ja samalla niiden laadun sekä tasaisuuden tulisi olla virheetön, jolloin suoritukseen vaikuttavat ainoastaan pelaajan omat taidot.

Etelä-Saimaa golfkentän viheriöt ovat kärsineet viime vuosina keväisin huonosta kasvusta sekä syksyllä todella nopeasta kunnon heikkenemisestä sateiden myötä. Viipurin Golf Oy oli kiinnostunut opinnäytetyön suorittamisesta, jotta löytyisi mahdollisia rakenteellisia syitä tähän ongelmaan.

Opinnäytetyön tarkoituksena on löytää viheriöiden kasvualustan pääasiassa rakenteellisista ominaisuuksista mahdollisia syitä nurmen huonoon kasvuun. Näytteidenotto viheriöiltä suoritettiin syksyllä 2009, ja ne tutkittiin Saimaan ammattikorkeakoulun maalaboratoriossa.

2 VIHERIÖIDEN RAKENNE JA MATERIAALIT

Viheriö on golfkentän osa, jossa reikä sijaitsee. Ne ovat golfkentän eniten hoitoa vaativia alueita, joilla nurmi leikataan jopa 3 mm pituiseksi. Viheriön rakentamiseen kuuluu pohjamaa, routimaton täyttö, salaojakerros ja kasvualustakerros. Viheriön tyyppipoikkileikkaus on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1 Viheriön tyyppipoikkileikkaus (Juhani Siren; Geocom Oy, 2004)

Viheriöiden kasvualusta sekoitetaan hiekasta ja turpeesta. Rakentamisen aikaisten ohjeiden mukainen hiekan ohjeelliset rakeisuuskäyrät on esitetty sivulla 15 kuvassa 3, jossa näkyy myös viheriön 1 rakeisuuskäyrät. Turpeen on oltava pitkälle maatunutta, tummaa sekä lyhytkuituista ja sen määrä kasvualustassa on 2,5...2,8 kuivapainoprosenttia. Kasvualustan on oltava sopivan vettä läpäisevää, jotta vesi ei jää viheriöiden pinnalle vaan poistuu kasvualustan läpi. Samalla kasvualusta vedenpidätyskyky tulisi olla 12...25 %, jolloin se sitoo tarpeellisen määrän vettä nurmikon juuriston hyödynnettäväksi. (Kaivosoja 2002.)

Viheriöillä käytetään nurmilajiketta Penn A4, joka on rönsyröllin sukulainen. Penn A4 on monivuotinen ja kasvaa nopeasti tiheäksi sekä leviää aggressiivisesti tehden hyvän viherpeittävyden. Se on kehitetty erityisesti kilpailukenttien viheriöitä varten, sillä se voidaan leikata hyvinkin lyhyeksi, jolloin viheriöistä saadaan hyvin nopeita puttaamista varten. Penn A4 vaatii muihin nurmilajikkeisiin verrattuna hieman korkeamman lämpötilan kasvaakseen sekä se muodostaa runsaasti kuitua viheriöiden pintaan. Nykyisellä kasvualustalla Penn A4:n hyvät ominaisuudet eivät ole tulleet esille vaan ne ovat kärsineet. Lisäksi syksyisin on tullut todella nopeita taantumia nurmen kuntoon. Viheriöt ovat aikaisempina talvina pysyneet hengissä talven ajan, paitsi talvena 2008–2009, jolloin koko nurmenkasvusto oli kuollut. Seuraavana keväänä viheriöiden kuntoon saaminen kesti huomattavasti kauemmin, koska nurmen kasvu alkoi aivan alusta ja sen hoito oli huomattavasti vaativampaa pitkien juurien puuttumisen vuoksi. (Pulkkinen 2010.)

Penn A4 tuottaa viheriöiden pinnalle runsaasti kuitua, joka muodostaa kasvualustan pinnalle maanpinnan rajaan kuitukerroksen. Se koostuu kuolleista lehdistä, korsista, rönsyistä ja leikkuujätteistä. Kuitukerrosta voi muodostua paljon hoidetuilla viheriöillä niin paljon, etteivät pieneliöt ehdi hajottaa sitä tarpeeksi nopeasti. Liian paksuksi kertynyt kuitukerros huonontaa kasvualustan kaasujenvaihtoa ja altistaa viheriön erilaisille kasvitaudeille. (Suomen golfliitto 2010.)

3 VIHERIÖIDEN ONGELMAT JA HOITO

3.1 Pelaajan haastattelu

Opinnäytetyössä haastateltiin Etelä-Saimaa golfkentällä pitkään pelannutta pelaajaa, jotta kuulisimme eri kantojen mielipiteitä kentän kunnosta. Haastatteluun valittiin Henri Inki, sillä hän on nähnyt pelaajana kentän kunnan kehityksen valmistumisesta nykytilaan. Inki aloitti golfharrastuksen vuonna 1993 ja on ehtinyt näkemään useita eri Suomen golfkenttiä.

Inki kertoi viheriöiden olleen kauttaaltaan erittäin hyvässä kunnossa kesällä 2006 heti avajaisista lähtien, mutta syksyllä kasvuston viherpeittävydessä alkoi jo näkyä harventumia. Inkin mielestä seuraava pelikausi vuonna 2007 muistutti avajaiskesää. Alkukesästä 2008 ilmestyneet jääpoltteen tekemät jäljet korjautuivat vain osittain kesän aikana eikä nurmi kasvanut näissä kohdissa. Tämä vaikutti suuresti pelattavuuteen: pallo pomppi viheriöillä vaikuttaen pelattavuuteen. Pelikaudesta 2009 päällimmäisenä mietteenä hänelle jäi viheriöiden todella heikko kunto lähes koko kesän ajalta. Keväällä viheriöiden nurmi ei kasvanut juuri ollenkaan eikä viheriöiden kunto ollut koko kesän aikana hyvällä tasolla. Suomen talvi oli kaikille golfkentille vaikea hankalien olosuhteiden takia. Tästä huolimatta muut kentät tulivat kuitenkin nopeasti hyvään kuntoon alku kesän aikana, mutta Etelä-Saimaa golfkentän viheriöiden kunto ei juuri muuttunut. Osittain viheriöiden nurmi alkoi kasvamaan kohtuullisesti, mutta niillä oli suuria alueita, joilla kasvua ei tapahtunut juurikaan koko kesänä. Suurimmaksi syyksi kentän huonoon kuntoon Inki epäilee viheriöillä käytettävän heinälajikkeen olevan epäsopiva verrattuna nykyisiin kentänhoitoresursseihin.

Kesällä 2009 suoritettujen ilmastusten määrä herätti hänessä suurta närää. Niiden määrä oli todella suuri, mutta hyötyä niistä ei pelaajan näkökulmasta paljoa ollut. Samanlaisia ajatuksia herätti myös viheriöille levitetyn hiekan määrä ja levitysten tiheys. Nämä toimenpiteet vaikuttavat suuresti viheriöillä pelattavuuteen, sillä pallo pomppii paljon ja pelaajan todelliset taidot eivät pääse oikeuksiinsa.

Huomiota herättävänä asiana Inki kertoi viheriöiden kovuuden muutokset. Kentän alkuvuosina viheriöt olivat erittäin kovia. Kesän 2008 kovista viheriöistä oli päästy hieman pehmeämpiin ja kesän 2009 viheriöt olivat edelleen pehmentyneet. Tämä muutos on ollut pelaajan mieleen, mutta hyöty muutoksesta hävisi viheriöiden nurmen laadun romahtaessa. Viheriöiden pinnan kovuus johtuu kuitenkin kuitukerroksen ominaisuuksista sekä paksuudesta eikä suoraan viheriöiden tiiviyydestä.

3.2 Kenttämestarin haastattelu

Viheriöiden ongelmana on ollut syksyisin erittäin nopea nurmikon kunnan heikentyminen. Kenttämestari Pulkkinen kertoi, että kun kenttä avattiin vuonna 2006, kentän kunto näytti hyvälle, mutta heinätiheys ei ollut parhaimmillaan vaikka kasvusto oli peittävä ja vihreä. Ensimmäiset suuremmat ongelmat ilmenivät vuonna 2007. Syksyisten sateiden yhteydessä kentän kunto romahti todella huonoksi. Seuraavana vuonna 2008 palkattiin nykyinen kenttämestari Pasi Pulkkinen. Viheriöiden kunto näytti hyvälle kesällä 2008, mutta nurmi ei kuitenkaan voinut hyvin kenttämestarin mielestä. Syksyllä tapahtui jälleen samanlainen romahdusmainen muutos viheriöiden kunnossa. Kasvu taantui rajusti eikä nurmi enää kasvanut ollenkaan. Talven aikana kasvusto oli kuollut, joten keväällä 2009 jouduttiin lähtemään kasvattamaan koko nurmikko alusta kylvämällä uutta siementä viheriöille. Hänen mielestään kasvuston kuoleminen luultavasti johtui todella huonosti voivasta nurmesta syksyllä 2008.

Syksyllä 2009 kenttämestari kertoi mielipiteensä siitä, mistä mahdolliset nurmen nopeat taantumaiset voisivat johtua. Hän kertoi kentän voivan suhteellisen hyvin kesällä, kun sademäärät ovat vähäisiä ja lämpötila on korkealla. Syksyllä sademäärien kasvaessa nurmikko alkaa kärsiä rajusti, ja tämä on toistunut joka vuosi. Pulkkinen kertoi myös kasvualustan olevan todella märkää koko korkeudeltaan sekä tiivistyvän erittäin helposti tullen kovaksi. Juuristo on näyttänyt hyvälle ollen todella tiivis sekä pitkä. Viheriöille annettu ravinteiden määrä on ollut suositusten ylärajoilla, mutta se ei ole sitoutunut kasvualustaan.

3.3 Viheriöiden hoitotoimenpiteet

Kenttämestari Pasi Pulkkinen kertoi viheriöillä tehtävistä eri hoitotoimenpiteistä sekä niiden määrästä. Viheriöiden kuntoa on hoidettu erilaisilla ilmastustoimenpiteillä, jotka löyhdyttävät kasvualustaa. Ilmastuksia on suoritettu syväilmastuksena, tappi-ilmastuksena, holkki-ilmastuksena ja pintailmastuksena. Viheriöillä tehtyjen ilmastusten määrä on lisääntynyt viime vuosina. Hän kertoi että, esimerkiksi tappi-ilmastuksia tehdään normaalista 3–4 viikon välein, mutta kesällä 2009 niitä tehtiin viikon tai kahden viikon välein.

Syväilmastus suoritetaan pelikauden ulkopuolella. Siinä läpäistään tapilla koko kasvualustakerros, jolloin se löyhtyy ja vedenläpäisykyky paranee sekä ilmahuokosten määrää lisääntyy. Syväilmastuskoneisto aiheuttaa myös väännön tappiin, jolloin kasvualusta löyhtyy entistä tehokkaammin.

Tappi-ilmastuksia suoritetaan kesäisin eniten. Siinä tappi iskeytyy kasvualustaan korkeintaan 15 cm syvyyteen. Tappi-ilmastus ei poista kasvualustaa, joten korkeutta vaihdellaan jatkuvasti kesän aikana. Näin pyritään ehkäisemään tiiviimmän kerroksen syntymistä kasvualustaan tapituksen alapuolelle. Tappi-ilmastus on normaalisti suoritettu 8 mm halkaisijaltaan olevilla tapeilla, mutta kesällä 2009 käytettiin 12 mm tappeja tapituksen hyödyn tehostamiseksi.

Holkki-ilmastus suoritetaan pääsääntöisesti keväällä ja syksyllä. Siinä holkki iskeytyy maahan poistaen sisällään samalla kuitukerrosta ja kasvualustaa. Keväisin holkit isketään noin 7 cm:n ja syksyisin noin 23 cm:n syvyyteen. Yleisesti holkituksessa käytetään halkaisijaan 22 mm olevaa holkkia. Holkitus parantaa kasvualustan vedenläpäisykykyä ja ilmanvaihtoa. Keväällä kylvön yhteydessä siemen saadaan kiinnitettyä holkin tekemän reiän seinämään ja kasvu alkaa siinä paremmin.

Pintailmastuksella saadaan läpäistyä viheriöiden kuitukerros, jolloin ehkäistään pintakerroksen tiivistymistä sekä parannetaan juuriston ravinteiden sekä hapensaantia.

Dressaushiekkaa käytetään viheriöiden kuitukerroksen ilmavuuden parantamiseen. Kesällä 2009 sitä levitettiin noin 2 viikon välein, mutta sitä käytetään myös aina ilmastuksien yhteydessä, jolloin se myös tasoittaa viheriön pintaa. Holkituksen yhteydessä dressaushiekalla saadaan syntymään kasvualustaan pysytalaojia, jolloin sen vedenläpäisevyys ja hapensaanti paranevat. Dressaushiekkana syksyllä käytettävän hiekan rakeisuus on esitetty liitteessä 2. Kesäisin käytettävä hiekka on hieman hienompaa.

Ravinteiden levityksiä on suoritettu viime kesinä normaalia enemmän. Raelannoitus suositellaan tehtävän 3 viikon välein. Kesänä 2009 lannoitetta levitettiin 2 viikoin välein tarkoituksella vähän kerrallaan ja useammin. Nestelannoituksessa on käytetty samaa periaatetta antamalla kerralla vähemmän ravinteita, mutta useammin. Viheriöille annettujen ravinteiden määrät ovat olleen suositusten ylärajoilla, mutta suurista määristä huolimatta ne eivät ole sitoutuneet kasvualustaan. Tämä ilmenee viheriöistä teetetyistä viljavuustutkimuksista, joista näkyy selvästi ravinteiden vähäinen määrä kasvualustassa.

Raelannoituksen yhteydessä viheriöitä joudutaan kastelemaan, jotta rakeet hajoavat ja imeytyvät kasvualustaan. Suuresta veden määrästä kasvualustassa epäiltyjen ongelmien johdosta myös viheriöiden kastelua on pyritty minimoimaan, mutta raelannoituksen yhteydessä kastelumäärät lisääntyvät välttämättömästi. (Pulkkinen 2010.)

4 KUNTOTUTKIMUS

Kuntotutkimuksen tarkoituksena oli löytää viheriöiden kasvualustasta pääsääntöisesti rakenteellisia syitä nurmen huonoon kasvuun. Kemiallisia ominaisuuksia tutkittiin pH-mittauksilla.

Tulosten vertailukohtana on käytetty ensisijaisesti rakentamisvaiheessa käytettyjä Suomen Golfliiton julkaisemassa Ohjeita golfkentän rakennustöistä (2002) esitettyjä ohjearvoja. Nykyiset ohjeistukset ja määräykset tulevat vuoden 2010 päivitetyn julkaisun mukaan. Insinööri (amk) Jari-Pekka Sinkko on tehnyt opinäytetyön (Tuosan golfkentän kasvualustakerroksen materiaali- ja rakennekoheet) golfkentästä sen ollessa rakennusvaiheessa. Hänen opinäytetyönsä materiaalikokeiden tuloksia on käytetty apuna tässä työssä. Kasvualustasta on myös Viipurin Golf Oy:n puolesta teetetty tutkimuksia Sibelco UK Ltd:llä (liite 9) ja European Turfgrass Laboratories Ltd:llä (liite 10). Sibelco UK Ltd:n tutkimusten tuloksia on käytetty apuna huokostilavuuksien määrityksessä. Sibelco UK Ltd ja European Turfgrass Laboratories Ltd ovat USGA:n (United States Golf Association) standardoimia laboratorioita. Tutkimusmenetelmät vaihtelevat osittain USGA:n ja Suomessa käytettävien menetelmien välillä, joten kaikki tulokset eivät ole vertailukelpoisia keskenään. Viheriöiden 9 ja 18 salaojasoran rakeisuutta tutkittiin myös, mutta näytteenottomenetelmän takia niistä ei saatu kunnollisia tuloksia.

4.1 Näyteohjelma

Kuntotutkimusta varten viheriöiltä otettiin näytteitä lokakuussa 2009. Tutkimuksen kohteeksi valittiin neljä viheriötä oman harkinnan sekä kenttähenkilökunnan mielipiteiden mukaisesti. Viheriö 1 edustaa huonokasvuista viheriötä, viheriö 6 on kova ja tiivis sekä huonokasvuinen. Viheriöt 9 ja 18 valittiin korkeusasemien mukaan, sekä ne ovat myös kärsineet huonosta kasvusta. Viheriö 9 sijaitsee korkean harjanteen päällä, ja viheriö 18 on matalalla jyrkkien luiskien pohjalla.

Viheriöiden kasvualusta päätettiin tutkia kerroksittain, koska kentästä on aikaisemminkin tehty tutkimuksia ja tarkoituksena oli löytää eri näkökulmasta ratkaisuja ongelmiin. Näytteet otettiin reikäkairalla, joka on halkaisijaltaan 108 mm. Reikäkairalla tehdään myös normaalit golfreiät. Useamman kerroksen näytteet on otettu samasta kohdasta viheriöltä. Näytteistä ei ole poistettu nurmikkoa eikä kuitukerrosta vaan ne ovat tutkimuksissa mukana. Liitteessä 1 on esitetty viheriökohtaisesti näytteenottopisteiden sijainti. Näytteenottopisteiden 1 kohdalta on otettu kaikki näytekappaleet sekä suoritettu yksi vesivolymetrimittaus. Näytteenottopisteiden 2 kohdalta suoritettiin toinen vesivolymetrimittaus. Kuvassa 2 on esitetty näytekappale, joka on jaettu esimerkkinä kolmeen 5 cm korkeaan kerrokseen.



Kuva 2 Näytekappale jaettuna kerroksiin

Taulukossa 1 on esitetty eri tutkimukset näytteille sekä näytekappaleiden korkeudet ja tutkittavien kerrosten määrä. Yhteensä tutkittavia näytekappaleita tuli 58 kappaletta.

Taulukko 1 Tutkimukset ja näytteiden korkeudet

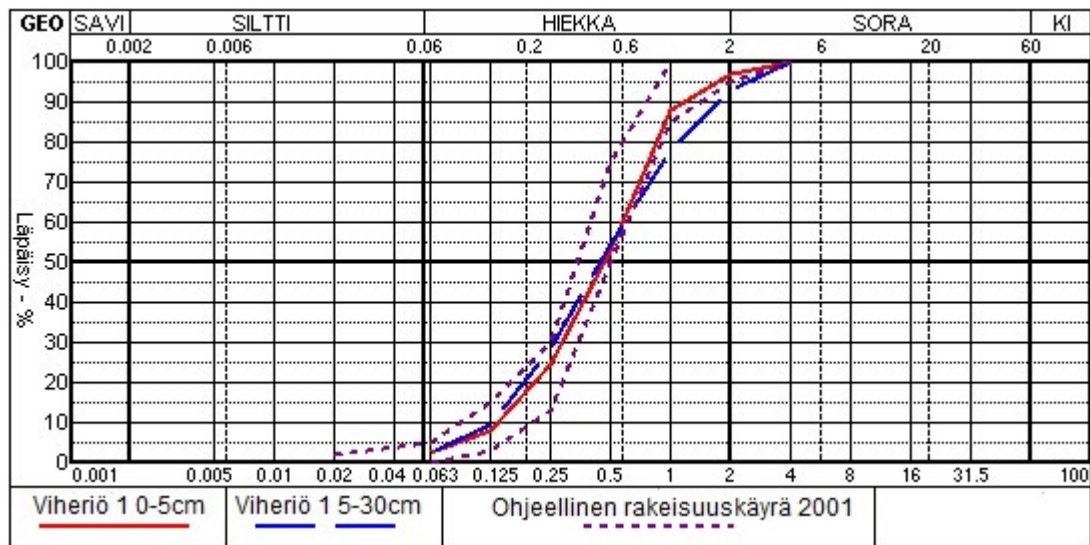
Tutkimus	Näytteen korkeus
Rakeisuus + humus + vesipitoisuus + pH	5cm (6 kerrosta)
Vedenläpäisevyys	15cm (2 kerrosta)
Vedenpidättyvyys	7,5cm (4 kerrosta)
Tiiveys	15cm (1 kerros)
Juuripituudet	15cm (1 kerros)

4.2 Hiekan rakeisuus

Rakeisuuden määrittämiset suoritettiin standardin SFS-EN 933-1 mukaisesti. Kasvualustan hiekan rakeisuus määritettiin samasta näytteestä kuin humuspitoisuuden määrittäminen oli suoritettu. Näin näyte ei sisältänyt ollenkaan orgaanista ainesta ja kasvualustan hiekan rakeisuus saatiin määritettyä. Muiden näytteiden rakeisuudet määritettiin ensin kuivattamalla ne 105 °C:ssa vähintään 12 tunnin ajan, jonka jälkeen ne seulottiin.

Kasvualustan rakeisuustutkimukset suoritettiin kuudesta eri syvyydestä koko kasvualustan korkeudelta. Kasvualustan hiekan rakeisuuden tulisi pysyä ohjeellisten rakeisuuskäyrien sisällä sekä olla pääsääntöisesti niiden suuntainen. Tutkituista näytteistä kasvualustan pinnasta 5 cm:n kerros pysyi pääsääntöisesti ohjeellisten rakeisuuskäyrien sisällä. Tämä kerros sisälsi runsaasti dressaushiekkaa, joka on muuttanut rakeisuuskäyrää viheriöiden hoitotoimenpiteiden yhteydessä.

Loppu kasvualusta syvyydeltä 5 cm – 30 cm oli tasalaatuista viheriökohtaisesti, mutta yhdenkään viheriön rakeisuuskäyrä ei pysynyt ohjekäyrien sisällä eikä ollut sen suuntainen vaan kasvualustan karkean kiviaineksen osuus oli liian suuri. Kuvassa 3 on esitetty viheriön 1 rakeisuuskäyrät sekä ohjeelliset rakeisuuskäyrät.



Kuva 3 Viheriön 1 rakeisuuskäyrät ja ohjeellinen rakeisuuskäyrä

4.3 Humuspitoisuus ja vesipitoisuus

Humuspitoisuuden määrittämisessä käytettiin hehkutushäviötä, joka saatiin las-kettua ennen ja jälkeen hehkutusta tehtävillä punnituksilla. Kaksi noin 250 gramman näytettä kuivattiin 105 °C:ssa vähintään 12 tuntia, jonka jälkeen näyt-teet punnittiin ja hehkutettiin hehkutusuunissa 550 °C:ssa kahden tunnin ajan. Poltetut näytteet jäähdytettiin eksikaattorissa, jonka jälkeen ne punnittiin uudel-leen. Humuksen määrä painoprosentteina saadaan kaavasta 1.

$$H = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100 \quad (1)$$

H = humuksen määrä painoprosentteina (%)

m_1 = kuivatun näytteen massa (g)

m_2 = hehkutetun näytteen massa (g)

Näytteen vesipitoisuus määriteltiin näytteen märkäpainon ja kuivapainon avulla. Näyte punnittiin ennen sen asettamista uuniin 105 °C:seen vähintään 12 tunniksi, jolloin saatiin märkäpaino ja sen jälkeen uudelleen punnittaessa saatiin kuivapaino. Vesipitoisuus laskettiin kaavalla 2.

$$w = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot 100 \quad (2)$$

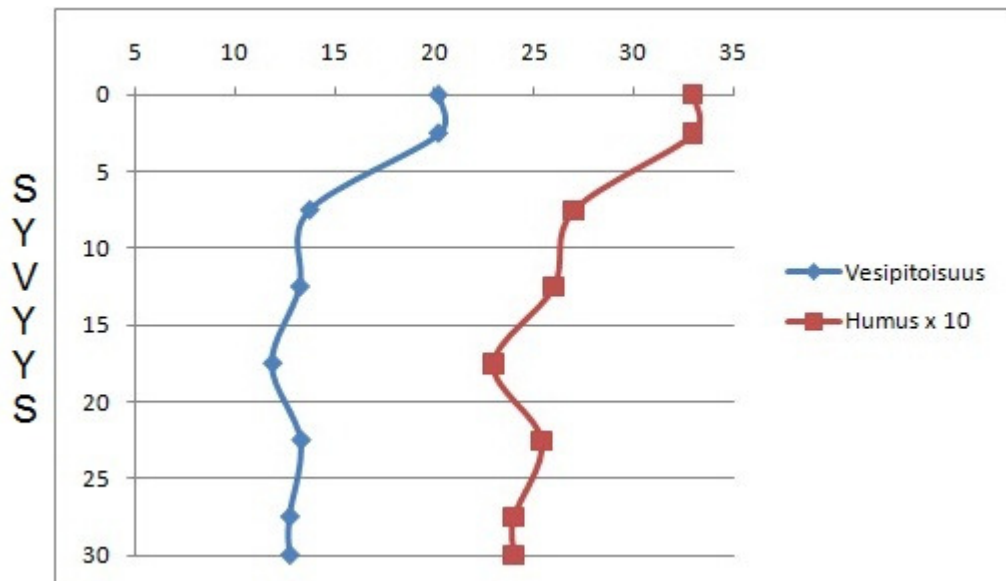
w = näytteen vesipitoisuus painoprosentteina (%)

m_1 = märän näytteen massa (g)

m_2 = kuivatun näytteen massa (g)

Humuksen määrän tulisi olla kasvualustassa 2,5...2,8 kuivapainoprosenttia sekä turpeen on oltava pitkälle maatonutta, tummaa sekä lyhytkuituista. Turpeen maatumisasteen H:n tulisi olla vähintään 6...7 käyttäessä von Post'in määrittystä (Kaivosoja 2002). Tässä opinnäytetyössä ei ole tutkittu turpeen maatumisastetta eikä turpeen laatua.

Tuloksissa humuksen määräksi tuli keskimäärin viheriöllä 1,6 ja 9 noin 2,5 %. Viheriön 18 humuspitoisuus alitti ohjearvon ollen noin 1,8 %. Vesipitoisuuden yhteys humuspitoisuuteen näkyy selvästi kuvioista 1, jossa on esitetty viheriön 6 vesipitoisuus sekä humuspitoisuus kerrottuna kymmenellä koko kasvualustan korkeudelta. Turve ei ollut sekoittunut hiekan kanssa homogeenisesti silmämääräisesti arvioiden, kuten sivun 13 kuvasta 2 näkyy, vaan turve oli paakkuina kasvualustassa. Tämä voi johtua epäonnistuneesta sekoituksesta kasvualustaa valmistettaessa.



Kuvio 1 Viheriön 6 vesipitoisuus ja humuspitoisuus kerrottuna kymmenellä

4.4 pH

pH-mittaukset suoritettiin Saimaan ammattikorkeakoulun pH-mittarilla. Näyte sekoitettiin tislattuun veteen suhteessa 1 osa näytettä ja 5 osaa vettä. Seos sekoitettiin kunnolla ja näytteen annettiin laskeutua astian pohjalle. pH mittaus suoritettiin kirkkaasta nesteestä näytteen päältä. Näytteistä tehtiin kaksi seosta ja tulokset esitettiin niiden keskiarvona.

pH-tulokset olivat epäilyttävän korkeita, joten lähetimme Saimaan Vesi- ja Ympäristötutkimus Oy:lle näytteitä vertailu tuloksia varten. Vertailukokeiden tulokset poikkesivat huomattavasti saamistamme tuloksista, joten Saimaan ammattikorkeakoululla mittaamamme tulokset oli hylättävä. Käyttämämme pH-mittarin epäluotettavuuden vuoksi kokeita ei suoritettu enempää.

Saimaan Vesi- ja Ympäristötutkimus Oy suoritti kokeita kahdella eri maanäyte/vesi suhteella. Ensimmäiset kokeet suoritettiin suhteella 1:1 ja toiset suhteella 1:5. Tuloksissa (liite 8) eroa oli huomattavan paljon, joten tulevaisuutta varten pH-mittauksia varten suosittelemme käytettävän aina samaa suhdetta 1:1, jota käytetään myös USGA:n tutkimuksissa. Kasvualustan pinnan pH 4,6 1:1 suhteella tehdystä näytteestä johtuu kuitukerroksen suuremmasta ravinteiden pidätyvyydestä, jolloin se myös happamoituu (Pulkkinen 2010).

4.5 Vedenläpäisevyys

Vedenläpäisevyys määritettiin kiinteäseinäisellä sellikokeella käyttäen vakiopainemenetelmää. Näytettä täytyi hieman kaventaa sivuista, koska sellin sylinterin halkaisija (100 mm) oli hieman pienempi kuin näytteen (108 mm). Näyte asetettiin sylinterin sisälle. Lisäksi sen pohjalle sekä päälle asetettiin suodatinkangas. Selli suljettiin ja veden annettiin virrata siihen. Samalla avattiin ilmausreikä sellin päältä, jolloin sellin sisällä ollut ilma saatiin poistettua. Kuvassa 4 on esitetty vedenläpäisevyyskokeen selli.



Kuva 4 Vedenläpäisevyyskokeen selli

Näytteen annettiin kyllästyä 24 tuntia vedessä, jonka jälkeen avattiin venttiili sellin pohjasta. Veden annettiin virrata näytteen läpi, kunnes virtaus oli tasaista. Sylinterin alle asetettiin mitta-astia, jolloin saatiin mitattua tietyssä ajassa näytteen läpi virrannut vesimäärä.

Vesisäiliön pinnankorkeus pidettiin vakiona koko mittauksen ajan, jolloin painekorkeus pysyi muuttumattomana. Mittauksia suoritettiin niin monta, että kolmen mittauksen tuloksien vaihtelu oli pienempi kuin 10 %. Vedenläpäisevyys saatiin laskettua kaavalla 3.

$$k_T = \frac{Q \cdot h}{A \cdot t \cdot H} \quad (3)$$

k_T = vedenläpäisevyys lämpötilassa T (m/s)

Q = näytteen läpi ajassa t virrannut vesimäärä (m³)

h = näytteen korkeus (m)

A = näytteen pinta-ala (sylinterin poikkileikkaus) (m²)

t = havaintoaika (s)

H = painekorkeus (m)

Näytteen läpi virranneen veden lämpötila mitattiin, koska maan vedenläpäisevyys ilmoitetaan tavallisesti +20 °C:en lämpötilassa johtuen veden viskositeetin muutoksista lämpötilan mukaan. Lämpötilan muutokset saatiin korjattua lämpötilankorjauskertoimella, joka on esitetty kaavassa 4. Tulokset muutettiin muotoon mm/h, koska nykyiset ohjearvot ilmoitetaan kyseisessä muodossa.

$$k_{20^\circ\text{C}} = \alpha \cdot k_T \quad (4)$$

$k_{20^\circ\text{C}}$ = vedenläpäisevyys lämpötilassa 20 °C (m/s)

k_T = vedenläpäisevyys lämpötilassa T (m/s)

α = korjauskerroin

Kasvualustan vedenläpäisevyyteen vaikuttaa sen sisältämän humuksen ja hienoaineksen määrä sekä tiiviyt. Mitä enemmän kasvualusta sisältää humusta ja hienoainesta, sitä huonommaksi vedenläpäisevyys muuttuu. Tiiviydellä on todella suuri vaikutus kasvualustan vedenläpäisevyyteen. Tämän vuoksi suoritimme kokeita kahdella eri tiiviydellä (Jääskeläinen, Rantamäki & Tammirinne 2008).

Vedenläpäisevyyskokeet suoritettiin erikseen kasvualustan pinnalle ja pohjalle. Näin saimme mitattua, millainen vaikutus kuitukerroksella olisi vedenläpäisevyyteen. Molempien näytteiden korkeus oli noin 15 cm, jolloin saimme vedenläpäisevyysarvot koko kasvukerroksen korkeudelta.

Kokeita suoritettiin kahdella eri tiiviydellä. Ensimmäiset kokeet tehtiin noin 85 % tiivisasteessa, joka vastasi kentältä mittaamiamme tiiviyksiä. Sen lisäksi suoritimme vertailukokeita 90 % tiivisasteessa, jolloin saimme tietoa, kuinka paljon tiivistyminen vaikuttaa kasvualustan vedenläpäisevyyteen. Maksimikuivatilavuuspainona on käytetty Jari-Pekka Sinkon (2004) parannetulla Proctor-kokeella määrittämää maksimikuivatilavuuspainoa $16,88 \text{ kN/m}^3$. Tämä kuitenkin on rakennusvaiheen maksimikuivatilavuuspaino, joka ei täysin vastaa viheriöiden nykyistä tilannetta.

4.5.1 Vedenläpäisevyys 85 %:n tiivisasteessa

Ensimmäiset kokeet suoritettiin 85 % tiivisasteessa, jossa näyte oli samassa muodossa kuin se oli kentältä otettu reikäkairalla. Mittaustuloksissa kasvualustan pinnan ja pohjan välille ei syntynyt selkeää eroa vedenläpäisevyyden kannalta. Viheriöllä 6 pinnan vedenläpäisevyys oli parempi kuin pohjan ja viheriöllä 9 taas päinvastoin. Viheriöllä 1 ja 18 pinnan ja pohjan välille ei syntynyt eroa vedenläpäisevyydessä. Kasvualustan pinnan vedenläpäisevyyden tuloksiin vaikuttivat aikaisempien ilmastusten yhteydessä syntyneet pystysalaojat.

Pystysalaojien vuoksi kasvualustan vedenläpäisevyys parani huomattavasti eivätkä tulokset näin ollen olleet keskenään vertailukelpoisia. Pystysalaojilla tarkoitetaan ilmastuksen yhteydessä syntyvää reikää kasvualustaan, joka täyttyy dressaushiekalla. Kasvualustan pohjan vedenläpäisevyyden tulokset vaihtelivat 39...86 mm/h välillä, joten niidenkin välillä oli yllättävän paljon vaihtelua.

4.5.2 Vedenläpäisevyys 90 %:n tiiviysasteessa

Vertailukokeessa tiiviysastetavoitteeksi asetettiin 90 %. Tarkoituksena oli saada tietoon, kuinka paljon kasvualustan tiivistyminen vaikuttaa vedenläpäisevyyteen. Pystysalaojista johdosta tulokset eivät olleet vertailukelpoisia keskenään. Tarkastelimme edelleen erikseen kasvualustan pinnan ja pohjan vedenläpäisevyyttä.

Koetta varten leikkasimme kuitukerroksen erikseen pois ja hajotimme näytteen kokonaan, jolloin pystysalaojat eivät enää vaikuttaneet tuloksiin. Näytteessä olleet turvepaakut hajotettiin pienemmiksi, jotta näytteestä saataisiin homogeeninen. Näyte tiivistettiin selliin 2,5 cm kerroksissa puujuntalla käyttäen 20 iskua kerrosta kohden. Pintakerroksen mittauksissa asetimme lopuksi vielä kuitukerroksen päälle tiivistäen sen edellä mainitulla tavalla. Näin saadut vedenläpäisevyytulokset olivat huomattavasti tasaisempia. Pintakerroksen vedenläpäisevyysarvot olivat noin 10...17 mm/h ja pohjan noin 10...13 mm/h. Ainoastaan viheriön 6 pinnan ja pohjan vedenläpäisevyys arvot olivat samat, kun taas viheriöillä 1, 9 ja 18 pinnan vedenläpäisevyys oli parempi kuin pohjan.

4.6 Vedenpidättyvyys

Vedenpidättyvyyskokeet suoritettiin samalla kappaleella kuin vedenläpäisevyys oli suoritettu. Vedenpidättyvyys määritettiin kapillaarimetrillä (kuva 5), jossa näyte asetettiin sylinteriin ja sen annettiin kyllästyä vedellä 24 tuntia. Näytteen ollessa täysin vedellä kyllästynyt siihen aiheutettiin 40 cm:n vesijännitys alipaineella, jossa näytteen alapuolelta imettiin 40 mbar:n alipaineella vettä pois näytteestä. Alipaine pidettiin vakiona ja koetta suoritettiin niin kauan, kunnes näyte ei enää luovuttanut vettä.

Näyte poistettiin sylinteristä ja punnittiin, jonka jälkeen se laitettiin uuniin 105 °C:seen vähintään 16 tunniksi, jolloin sen vesipitoisuus määritettiin. Vesipitoisuudella saimme tiedon siitä, kuinka paljon näyte pidatti vettä. Saatu tulos on samalla materiaalin vedenpidätyskyky. Vesipitoisuus saatiin laskettua kaavalla 5.

$$w = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot 100 \quad (5)$$

w = vedenpidättyvyys (%)

m_1 = näytteen paino kokeen jälkeen (g)

m_2 = kuivatun näytteen paino (g)



Kuva 5 Vedenpidättyvyyden määrittäminen

Kasvualustan vedenpidättyvyyteen vaikuttaa sen sisältämän hienoaineksen sekä humuksen määrä. Kasvualustan tulisi pidättää tarpeeksi vettä nurmikon juuriston käytettäväksi. Viheriön 18 tulokset olivat hieman muita pienempiä, noin 21 %, kun viheriöiden 1, 6 ja 9 vedenpidättyvyydet olivat noin 24 %. Kuitukerros vedenpidätyskyky oli hieman suurempi, kuin sen alapuolella olevan kasvualustan jokaisella viheriöllä, eikä sitä ole huomioitu laskettaessa viheriökoh-
 taisia keskiarvoja. Vedenpidättyvyyden ohjearvo oli vuoden 2002 ohjeistuksen mukaan 12...25 %, joten tulokset ovat ohjearvojen yläpäässä.

4.7 Tiiviysaste ja huokostilavuus

Vesivolymetrillä (kuva 6) tutkittiin viheriöiden kuivatilavuuspainoa, jonka avulla pystyttiin vertailemaan viheriöiden tiiviysastetta. Vesivolymetri kokeessa viheriölle asetettiin aluslevy ja vedellä täytetty vesivolymetri sen päälle. Vesivolymetrin mäntää painettiin 20 kPa paineella, jolloin sen alapäässä oleva kumipussi täyttyi vedellä painautuen tiiviisti viheriön pintaa vasten. Männän varresta saatiin luettua tilavuus V1. Vesivolymetri poistettiin aluslevyn päältä ja samasta kohdasta otettiin näyte reikäkairalla. Näytekuopan tilavuus mitattiin uudelleen samalla tavalla kuin aikaisempi mittausta oli suoritettu, jolloin kumipussi asettui tiiviisti näytekuopan seiniä vasten ja männästä saatiin luettua tilavuus V2. Näytteen tilavuus saatiin laskettua V2:n ja V1:n avulla. Näyte punnittiin ja siitä määritettiin vesipitoisuus. Mitattujen suureiden avulla saimme laskettua kuivatilavuuspainon kaavalla 6.

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + \frac{w}{100}} \cdot 100 \quad (6)$$

γ_d = kuivatilavuuspaino

γ = tilavuuspaino luonnonkosteana

w = vesipitoisuus

Tiiviysastetta tarkasteltaessa tarvitsimme kuivatilavuuspainon sekä maksimikuivatilavuuspainon. Tässä opinnäytetyössä ei ole mitattu erikseen kasvualustan maksimikuivatilavuuspainoa parannetulla Proctor-kokeella vaan käytimme kentästä aikaisemmin mitattuja tietoja. Tiiviysaste saatiin laskettua kaavalla 7.

$$D = \frac{\gamma_d}{\gamma_{dmax}} \cdot 100 \quad (7)$$

D = tiiviysaste (%)

γ_d = kuivatilavuuspaino tutkittavassa tilassa (kN/m^3)

γ_{dmax} = maksimikuivatilavuuspaino (kN/m^3)



Kuva 6 Vesivolymetri lyöntipaikalla

Tiiviyssasteen vertailussa on käytetty vertailuarvona aikaisemmin mainittua Jari-Pekka Sinkon määrittämää maksimikuivatilavuuspainoa 16,88 kN/m³. Vesivoiymetrimittaukset tehtiin viheriöiltä 1, 6 ja 18. Rakennettaessa golfkenttää viheriöiden tiiviyssvaatimus on 90 %. Mittaukset suoritettiin syksyllä ilmastuksien jälkeen, joten vertailutuloksia ei ilmastamattomasta viheriöstä ollut. Viheriöiden 1 ja 6 tiiviyssasteet olivat noin 86 % ja viheriön 18 tiiviyssaste oli 83 %. Viheriöllä 18 oli käytetty syksyllä ilmastuksessa erilaista ilmastuskonetta, joka oli aiheuttanut myös vääntöä kasvualustaan. Sen hyöty on mahdollisesti nähtävissä tiiviyssastetuloissa, kun viheriöt ovat saatu väännön avulla tavallista löyhemmiksi.

Huokostilavuuksien määrityksessä käytettiin apuna Sibelco UK Ltd:n mittaamaa tulosta kasvualustan tiheydestä. Tässä työssä huokostilavuudet on esitetty prosenttein, mutta sillä tarkoitetaan tilavuusprosentteja. Rakentamisvaiheessa huokostilavuuksille ei rakentamisohjeissa ollut vaatimuksia eikä ohjeistuksia, joten tässä työssä vertailuarvona käytettiin Suomen golfliiton vuoden 2010 julkaisua Ohjeita golfkentän rakennustöistä. Julkaisun ohjearvot ovat vastaavanlaiset USGA:n ohjearvojen kanssa. Niiden mukaisesti ilman osuus kokonaistilavuudesta tulisi olla 15..30 % ja veden 15...25 % sekä ilman ja veden yhteinen osuus 35...55 %.

Viheriöiden 1 ja 6 ilman tilavuus oli raja-arvojen alapäässä ollen noin 16 %. Veden tilavuus hieman ylittää raja-arvot ollen noin 26 %. Viheriön 18 vastaavat arvot ovat ilmalla 24 % ja vedellä 21 %. Ilman ja veden huokostilavuudet muuttavat epäedulliseen suuntaan kasvualustan tiivistyessä. Tästä on laskettu esimerkkejä liitteessä 7, jossa on myös esitetty todelliset mittaustulokset. Nämä esimerkit eivät kuvaa todellista tilannetta täydellisesti, mutta ovat suuntaa antavia. Ilman ja veden tilavuudet kasvualustassa riippuvat paljolti myös säästä, johon ei pystytä vaikuttamaan. Silti viheriöiden tulisi pysyä kunnossa runsaiden sateiden aikana sekä myös kuivempina kausina.

4.8 Juuripituudet

Juuripituuksien vaikutus näkyy huomattavasti viheriöiden hoidossa. Pitkän juuriston omaavalla viheriöllä on helpompi pitää tasaista kosteutta kasvualustassa juuristoa varten sekä nurmi on huomattavasti kestävämpi. Hyvä juuristo reagoi hitaammin ravinteiden vähyyteen ja se pitää myös kasvualustan ilmavampana. (Pulkinen 2010.)

Viheriöitä otettujen näytteiden perusteella juuristo on ollut kesällä noin 10–15 cm:n pituinen, mutta syksyisen taantuman johdosta juuret olivat aivan olemattomia, vain noin 1 cm:n pituisia. Kuvassa 7 on esitetty viheriön 6 näytettä juuripituuksien määrittämisestä.



Kuva 7 Viheriön 6 juuripituuksien määrittämisestä

5 TULOSTEN ARVIOINTI

Kasvualustan hiekan rakeisuus ei pysy ohjearvojen sisällä eikä ole pääsääntöisesti niiden suuntainen. Rakentamisaikaisten ohjeistus kertoo, että mikäli hiekan rakeisuus poikkeaa annetusta ohjealueesta, on sen vedenläpäisy- ja pidätysominaisuudet tutkittava ennen käyttöä (Kaivosoja 2002). Nämä ominaisuudet olivat ohjearvoissa rakentamisaikaisissa tutkimuksissa.

Kaikkien tutkittujen viheriöiden rakeisuuksien perusteella kasvualusta sisältää liikaa karkeaa kiviainesta ja rakeisuuskäyrästä syntyy ohjeistettua loivempi. Viheriön 6 rakeisuudessa on suurin poikkeama ohjekäyrästä karkean kiviaineksen osalta, mutta viheriöllä 9 päästiin hyvin lähelle ohjekäyrää. Kuitukerroksen rakeisuus on muuttunut hoitotoimenpiteiden yhteydessä huomattavasti ja sen rakeisuus on päässyt pääsääntöisesti ohjekäyrien sisälle sekä muuttunut ohjekäyrien suuntaiseksi. Kaikkien viheriöiden sekä syksyisin käytetyn dressaushiekan rakeisuudet on esitetty liitteessä 2, josta ilmenee kuitukerroksen sekä sen alapuolisen kasvualustan rakeisuudet. Suomen golfliiton julkaiseman uusimman rakentamisohteistuksen (2010) mukaan hiekan rakeisuuskäyrän tulisi olla vieläkin jyrkempi verrattuna vuoden 2002 ohjeistukseen.

Viheriöiden kasvualustan humuspitoisuudet olivat noin 2,5 % pois lukien viheriö 18, jolla se oli 1,8 %. Suomen golfliiton ohjeistuksessa annetaan humuspitoisuudelle arvoksi 2,5... 2,8 %, joten viheriöiden 1, 6 ja 9 humuspitoisuudet ovat sopivat, ainoastaan viheriö 18 alittaa ohjearvot. Turpeen laatua ei ole tässä opinnäytetyössä tutkittu, mutta se oli silmämääräisesti havainnoiden tummaa sekä paakkuuntunutta. Uskoisin kentän rakentamisvaiheessa kasvualustan sekoituksessa olleen ongelmia eikä turve ole sekoittunut tasaisesti hiekan sekaan. Turpeen määrä kasvualustassa vaikuttaa sen vedenläpäisevyyteen sekä vedenpidättyvyyteen. Toisin sanoen mitä vähemmän turvetta on kasvualustassa, sitä paremmin se läpäisee vettä ja pidättää sitä myös vähemmän. Viheriöiden humuspitoisuudet ja vesipitoisuudet ovat esitetty liitteessä 3 mitattuna kuudesta syvyydestä viheriöiltä 1 ja 6 sekä kolmesta syvyydestä viheriöiltä 9 ja 18.

Vedenläpäisevyyuskokeita suoritettiin kahdella eri tiiviysasteella sekä erikseen kasvualustan pinnalle 0...15 cm ja pohjalle 15...30 cm syvyydeltä. Ensimmäiset kokeet suoritettiin samassa muodossa olevilla kappaleilla kuin ne olivat kentältä otettu, jolloin tiiviysastetavoitteena oli noin 85 %. Näiden kokeiden tulokset vaihtelivat yllättäen paljon, ja syy tähän löytyy aikaisempien ilmastusten yhteydessä syntyneistä pystysalaojista. Vedenläpäisevyytuloksien vaihteluväli oli pinnalla 48...85 mm/h ja pohjalla 39...86 mm/h. Vertailukokeissa kasvualustasta tehtiin homogeeninen ja se tiivistettiin noin 90 %:n tiiviysasteeseen. Tästä saadut tulokset olivat huomattavasti tasaisempia. Pinnan tulokset vaihtelivat 10...17 mm/h välillä ja pohjan 10...13 mm/h. Molemmissa kokeissa kuitukerros oli mukana pintakerroksen vedenläpäisevyyttä mitattaessa. Ohjeita golfkentän rakennustöistä (2002) vaatii vedenläpäisyarvoksi 100 %:n Proctor-tiiviydessä yli 8...12,5 mm/h, mutta se mainitsee tulevan hoidollisia ongelmia, jos ylitetään 83 mm/h. Jari-Pekka Sinkko määrittä opinnäytetyössään kentän rakennusvaiheessa vedenläpäisevyydeksi noin 20 mm/h 100 % tiiviysasteessa, kun humuksen määrä oli 2,5 painoprosenttia. Mitatut tulokset ovat siis aivan ohjearvojen alarajoilla, vaikka ne on suoritettu vain 90 %:n tiiviysasteessa sekä laskeneet rakennusvaiheen määrityksistä. Tiiviysaste vaikuttaa huomattavasti vedenläpäisevyyssarvoon, joten todelliset arvot pienenisivät vieläkin mitatuista tuloksista. Vuonna 2010 käytetään USGA:n suositusarvoa vedenläpäisevyyteen, joka on 150 mm/h. Tulokset eivät ole keskenään vertailukelpoisia, koska tiivistysmenetelmä on erilainen kuin Suomessa yleisesti käytetty. Tästä kuitenkin huomaamme, kuinka paljon ohjearvot ovat muuttuneet rakentamisaikaisista ohjeistuksista, vaikka ne eivät olekaan suoraan verrattavissa keskenään. Kaikki vedenläpäisevyyssarvot ovat esitetty liitteessä 4, josta ilmenee 85 %:n sekä 90 %:n tiiviysasteessa tehdyt tulokset.

Vedenpidättyvyyden ohjearvot vuonna 2002 olivat 12...25 %. Opinnäytetyössä ne mitattiin jokaiselta viheriöltä neljältä eri syvyydeltä. Tulokset olivat vastaavanlaiset viheriöiltä 1, 6 ja 9 noin 24 %, kun viheriön 18 vedenpidättyvyys oli noin 21 %. Kuitukerroksen vedenpidättyvyys oli hieman suurempi sen sisältämän suuremman orgaanisen aineksen määrän takia. Kasvualustan vedenpidättyvyyteen vaikuttavat turpeen sekä hienoaineksen määrä. Mitä enemmän turvetta ja hienoainesta kasvualustassa on, sitä enemmän se pidättää vettä. Näin

ollen aikaisemmin mainitun viheriön 18 vähäisempi turpeen määrä tukee mitattuja vedenpidättyvyystuloksia. Kokonaisuudessaan viheriöiden vedenpidättyvyys arvot olivat aivan vuoden 2002 ohjearvojen ylärajoilla. USGA:n vedenpidättyvyys määrittäminen Suomessa käytetystä, joten vertailu tuloksien kesken ei ole mahdollista. Kaikki vedenpidättyvyystulokset ovat esitetty liitteessä 5.

Tiiviyden tarkastelulla oli tarkoitus selvittää viheriöiden mahdollisia tiiviysongelmia. Rakennusvaiheessa viheriöiden tiiviyksvaatimus oli vähintään 90 %:n tiiviyksaste. Viheriöiden tiiviyden mittaustulokset ovat suoritettu ilmastusten jälkeen, joten vertailutuloksia ilmastamattomiin viheriöihin ei ole. Näillä tuloksilla saatiin kuitenkin tietoon ilmastusten tehokkuuden. Viheriöiden 1 ja 6 tiiviyksasteet olivat keskiarvona noin 86 % ja viheriön 18 tiiviyksaste oli noin 83 %. Viheriöllä 18 käytettiin syksyllä ilmastusten yhteydessä väännöllä varustettua ilmastuskonetta, jonka vaikutuksen uskoisin näkyvän näissä mittauksissa.

Tiiviyksmittauksista saatiin myös laskettua kasvualustan sisältämän veden ja ilman huokostilavuuksia. Näille tilavuuksille ei rakentamisvaiheessa ollut ohjeistusta, mutta vuonna 2010 julkistetussa ohjeita golfkentän rakentamistöistä painoksessa ne ovat. Vaatimukset ovat vastaavanlaiset USGA:n vaatimusten kanssa ja ne ovat keskenään vertailukelpoisia. Ohjeistuksen mukaan ilman määrän tulisi olla 15...30 % ja veden määrän 15...25 % koko kasvualustan tilavuudesta sekä ilman ja veden määrän yhteensä 35...55 %. Kentältä mitattujen arvojen mukaan viheriöillä 1 ja 6 ilman määrä oli noin 17 % ja veden 25 %, jolloin yhteensä ne tekivät 42 %. Näissä tuloksissa ilman määrä oli huolestuttavan vähäinen, sillä ne olivat mitattu viheriöiden ilmastusten jälkeen, jolloin viheriöiden ilman määrä tulisi olla suurimmillaan. Viheriön 18 tulokset näyttivät hieman paremmalle ilman määrän ollessa 24 % ja veden 21 % sekä yhteensä ilman ja veden määrän ollessa 45 %. Ilman määrä kasvualustassa laskee pienemmäksi, kun viheriö tiivistyy ja/tai kasvualustan vesipitoisuus kasvaa. Nämä tulokset ovat huolestuttavia, koska ilman määrä kasvualustassa jää todella pieneksi, sillä kasvualusta luultavimmin tiivistyy suoritettujen mittausten jälkeen. Kasvualustaa oli juuri löyhdytetty ilmastuksilla ennen tiiviyksastemittauksia. Kun viheriöille tulee jälleen kuormitusta pelaajista ja kentänhoitokoneista se tiivistyy. Kasvualusta pystyy myös pidättämään enemmän vettä, kuin siinä oli mittaushetkellä, joten

kasvualustan vesipitoisuuden lisääntyessä ilman määrä siinä laskee edelleen. Liitteessä 6 on esitetty kaikki viheriöiden tiivystulokset sekä liitteessä 7 huokostilavuuksien tulokset ja teoreettisesti laskettuja huokostilavuuksien tilanteita viheriöiltä.

6 PARANNUSEHDOTUKSET JA JATKOTOIMENPITEET

Esitetyt parannusehdotukset tukeutuvat ainoastaan kasvualustan rakenteellisiin ominaisuuksiin, joita tässä työssä on tutkittu. Viheriöiden huonoon kasvuun ja/tai vointiin voi olla paljon eri tekijöitä, joita tässä työssä ei ole otettu huomioon.

Viheriöiden kasvualustan rakenteelliset ominaisuudet pystytään saamaan nykyisen ohjeistuksen mukaiseksi vaihtamalla se kokonaan kerralla. Kasvualusta voidaan myös vaihtaa osittain poraamalla vanhaa kasvualustaa pois ja lisäämällä siitä tulleisiin reikiin nykyisten ohjeistusten mukaista hiekkaa. Poraamalla suoritettavalla toimenpiteellä, voidaan vaikuttaa ainoastaan poraamisen yhteydessä vaihtuvan kasvualustan rakenteellisiin ominaisuuksiin, eikä näin ollen koko viheriön.

Vaihdettaessa koko kasvualusta kerralla saadaan luotettavasti nykyohjeistuksia vastaava viheriöiden kasvualusta. Tästä kuitenkin aiheutuu pelaajille haittaa vaihdettavien viheriöiden ollessa yhden pelikauden poissa käytöstä. Koko kasvualustan vaihdon yhteydessä tulisi noudattaa Suomen golfliiton vuonna 2010 julkaiseman ohjeita golfkentän rakennustöistä ohjeita niin työmenetelmien kuin materiaalien osalta. Tällöin saavutetaan kaikki nykyiset viheriöille asetetut vaatimukset, mutta tämä kunnostusvaihtoehto on kallein.

Viheriöiden kasvualustaa voidaan parantaa myös poraamalla siihen reikiä koko kasvualustakerroksen korkeudelle, jolloin saadaan poistettua vanhaa kasvualustaa. Syntyneisiin reikiin tulisi laittaa nykyisen ohjeistuksen mukaista hiekkaa, jolloin kasvualustaan syntyy pystysalaojia ja sen vedenläpäisevyys arvot

paranevat. Porattavien reikien halkaisijan tulisi olla mahdollisimman suuri, jotta kasvualustaa saadaan poistettua paljon tai käytettäessä pienempää poraa reikiä tulisi tehdä tiheämpään. Reikiin laitettavan hiekan sekaan ei välttämättä tarvitsisi laittaa turvetta, sillä nykyinen kasvualusta pidättää jo runsaasti vettä ennestään. Tätä tulisi kuitenkin tarkastella tarkemmin, jos kasvualustaa päätetään parantaa tällä tavoin.

Uusien ohjeistusten mukaisen kasvualustasta ominaisuuksista on kokemuksia muilta golfkentiltä. Näiden ohjeistusten mukaisen kasvualustan toimivuutta ei ole tutkittu tässä opinnäytetyössä. Ennen kasvualustan vaihtamista poraamalla olisi mahdollisesti syytä tutkia muutamalla viheriöllä ensin, kuinka se vaikuttaa niiden kuntoon. Jos viheriöiden kunto paranisi poraustoimenpiteillä, se kannattaisi suorittaa kaikille viheriöille.

Viheriöiden salaojakerrosta ei tässä työssä tarkemmin tarkasteltu kuin sala-
ojasoran rakeisuutta määriteltäessä. Näytteenottomenetelmistä johtuen rakeisuus tulokset eivät ole luotettavia, joten tämä tulisi tarkistaa uudelleen sekä koko nykyisen salaojajärjestelmän toimivuus. Jos nykyinen salaojajärjestelmä ei toimi, niin kasvualustan vedenläpäisevyysarvoilla ei ole suurta merkitystä, mikäli vesi pääsee poistumaan kasvualustan alapuolelta.

Nykyisen kasvualustan hoidossa joudutaan tekemään kompromisseja. Viheriöiden kastelun kannalta vettä joudutaan antamaan rajallisesti siitä luultavasti johtuvien ongelmien myötä. Kastelujärjestelmä ei voi toimia automaattisesti, koska sateiden tullessa viheriöiden kastelua tarvitaan vain harvoin. Tässä ongelmana on raelannoitteiden tarvitsema vesi, jotta lannoite liukenisi kasvualustaan.

Viheriöiden kuntoa voidaan parantaa ilmastuksilla ja hiekkakattauksilla, mutta niiden vaikutus on ainoastaan lyhytaikaista eikä pitkällä tähtäimellä kannattavaa, koska se vie todella paljon kentänhoitoresursseja. Näistä toimenpiteistä on paljon pelaajille haittaa, kun normaalisti tehtävien ilmastusten määrän tulisi olla ainakin puolet pienempi kuin tämänhetkisten. Tämä johtaa suuriin kentänhoitokuluihin, jolloin myös muille kentällä tehtäville hoitotoimenpiteille jää vähemmän resursseja.

LÄHTEET

Inki, H. Pelaajan haastattelu. Maaliskuu 2010.

Jääskeläinen, J., Rantamäki, M. & Tammirinne, M. 2008. Geotekniikka. Helsinki: Otatieto

Kaivosoja, I. 2002. Ohjeita golfkentän rakennustöistä. Suomen Golfliitto.

Pulkkinen, P. Kenttämestarin haastattelut. Syyskuu 2009 ja maaliskuu 2010.

Sinkko, J-P. 2004. Tuosan golfkentän kasvualustakerroksen materiaali- ja rakennekokeet. Etelä-Karjalan ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö

Soini, T. 2005. Viherrakentajan käsikirja. Julkaisu 25. Viherympäristöliitto ry. Helsinki

Suomen Golfliitto. Etusivu. <http://www.golf.fi/portal/golfliitto> (luettu 27.3.2010)

Suomen Golfliitto. Hoitotyöt. <http://www.golf.fi/portal/11016> (luettu 29.3.2010)

USGA Green Section Staff. Green Section Recommendations For A Method Of Putting Green Construction.

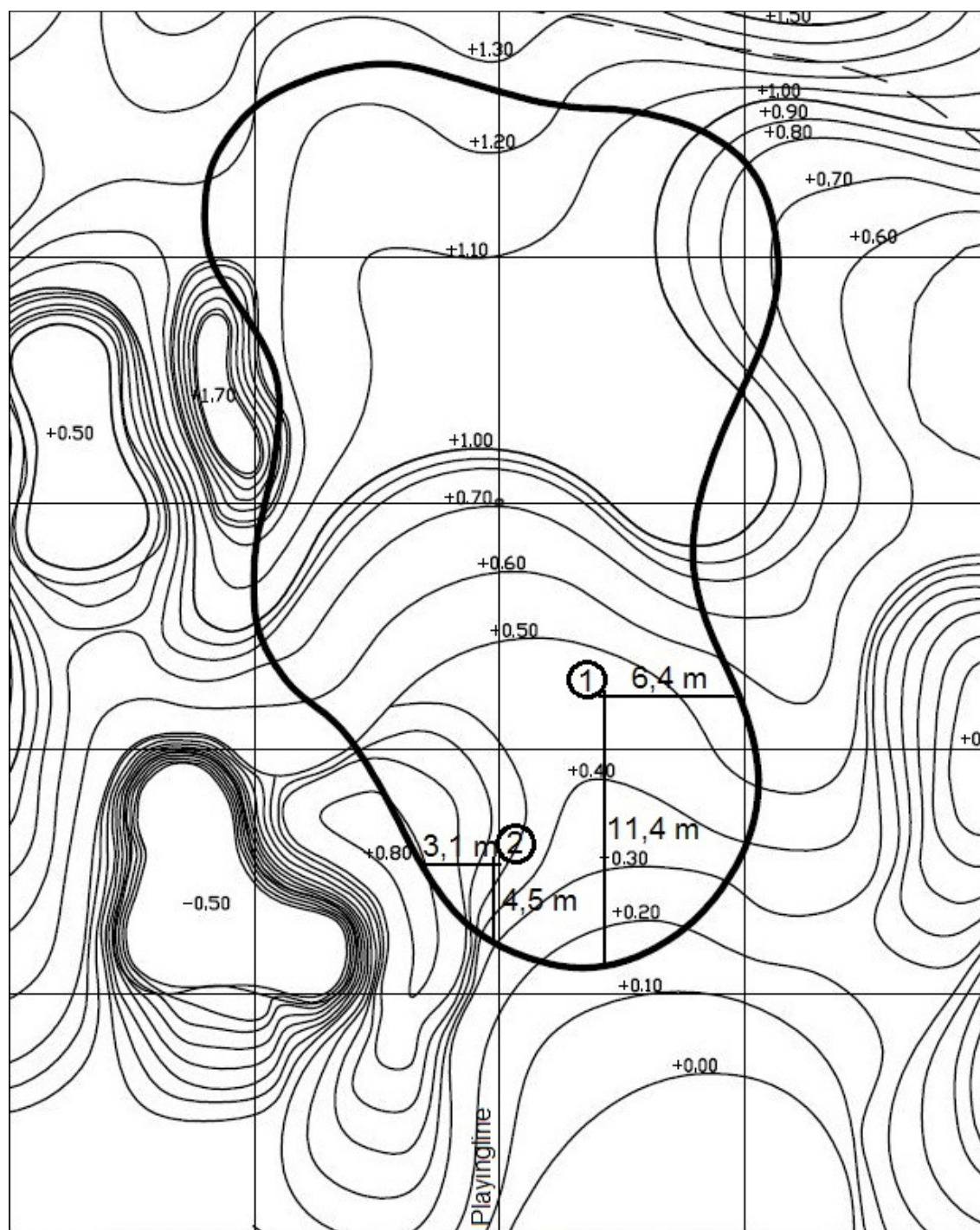
http://www.usga.org/course_care/articles/construction/greens/Green-Section-Recommendations-For-A-Method-Of-Putting-Green-Construction/ (luettu 16.2.2010)

Viipurin Golf. Etelä-Saimaa Golf Esittely.

<http://www.viipurigolf.fi/index.php?sivu=kentat&alisivu=esittely-etela-saimaa-golf> (luettu 27.3.2010)

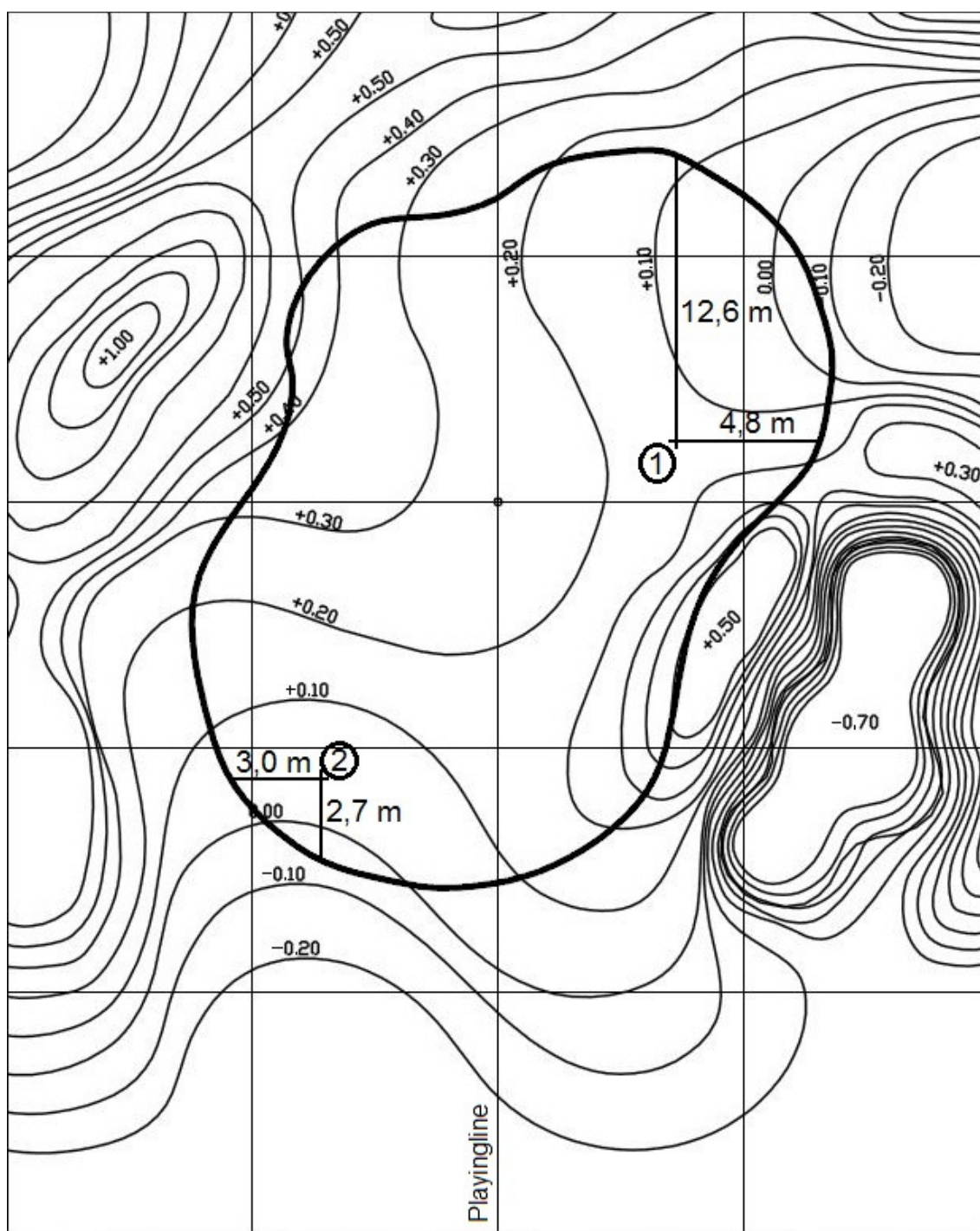
NÄYTTEIDENOTTO SIJAINNIT

Viheriö 1



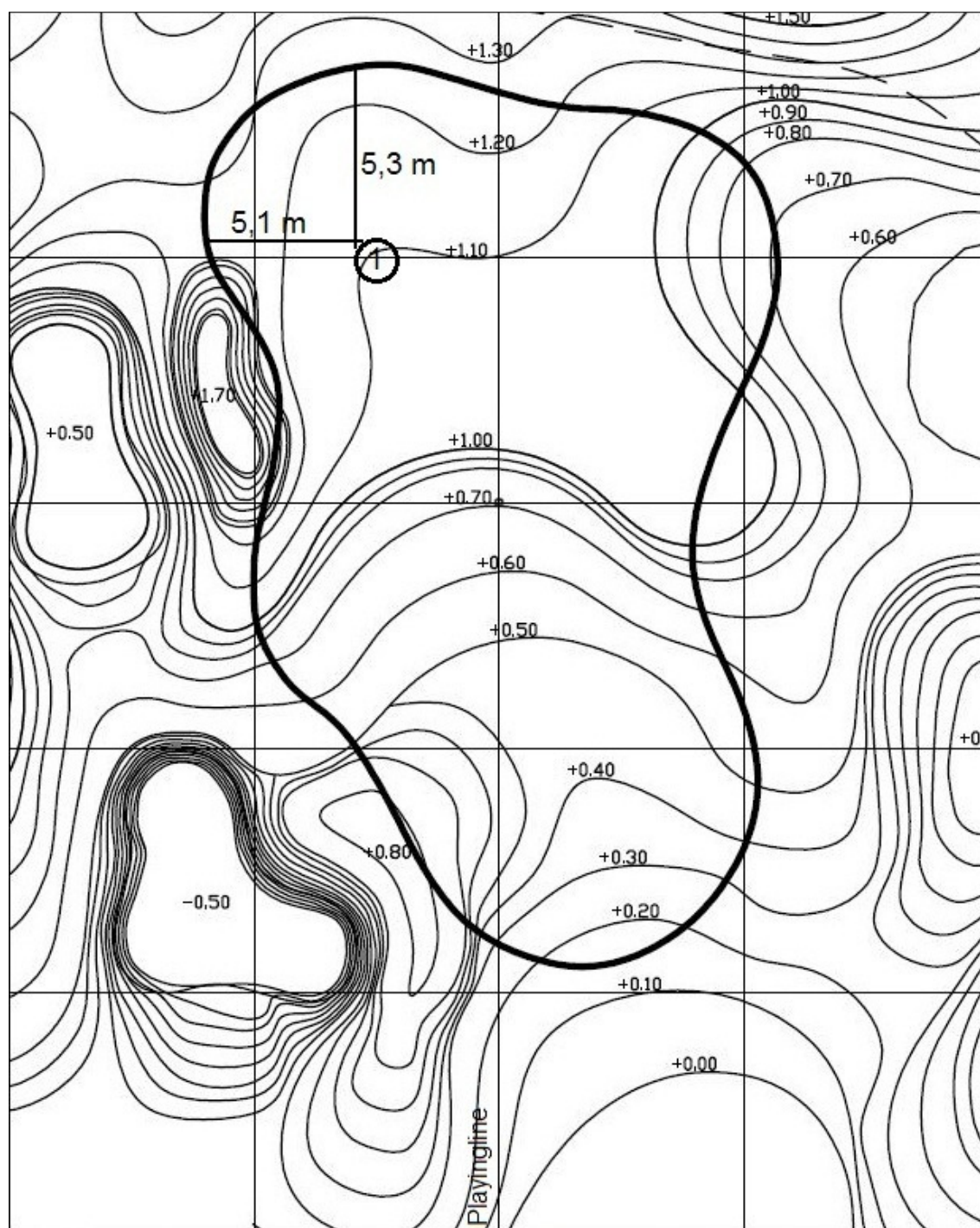
(Kuva Peter Fjällman; Fjällman Golf Design, 2004)

Viheriö 6



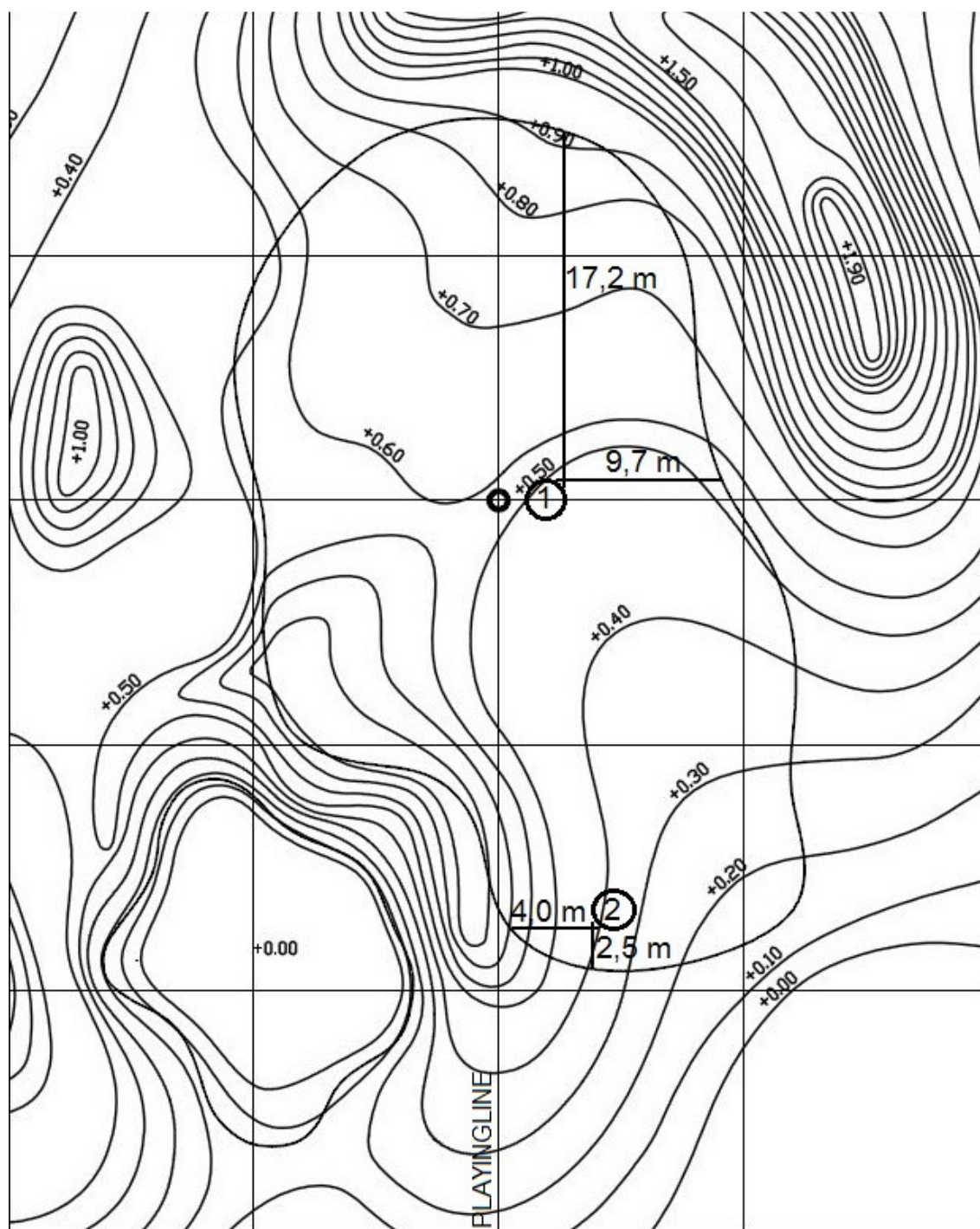
(Kuva Peter Fjällman; Fjällman Golf Design, 2004)

Viheriö 9



(Kuva Peter Fjällman; Fjällman Golf Design, 2004)

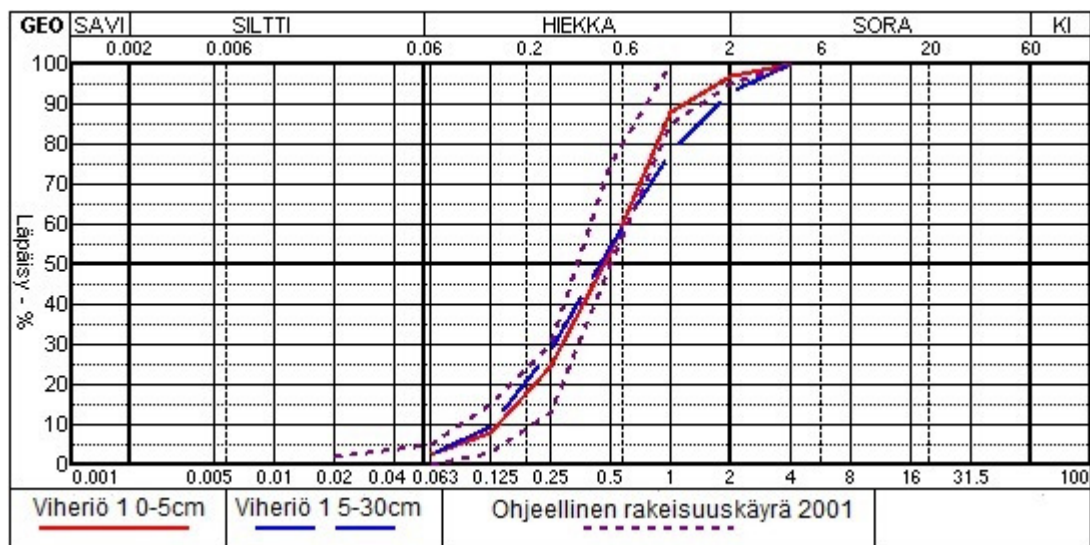
Viheriö 18



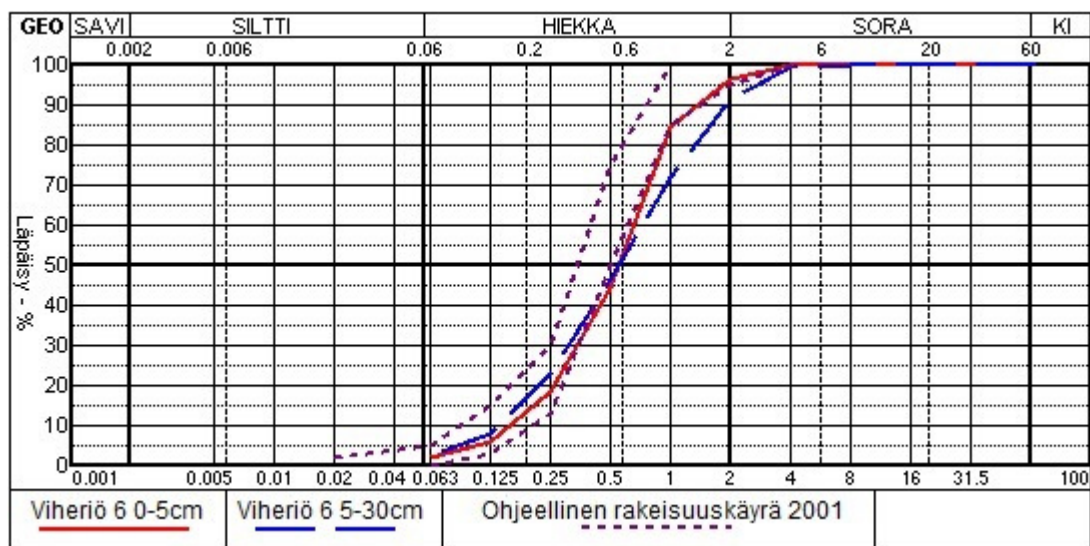
(Kuva Peter Fjällman; Fjällman Golf Design, 2004)

KASVUALUSTAN HIEKAN JA DRESSAUSHIEKAN RAKEISUUDET

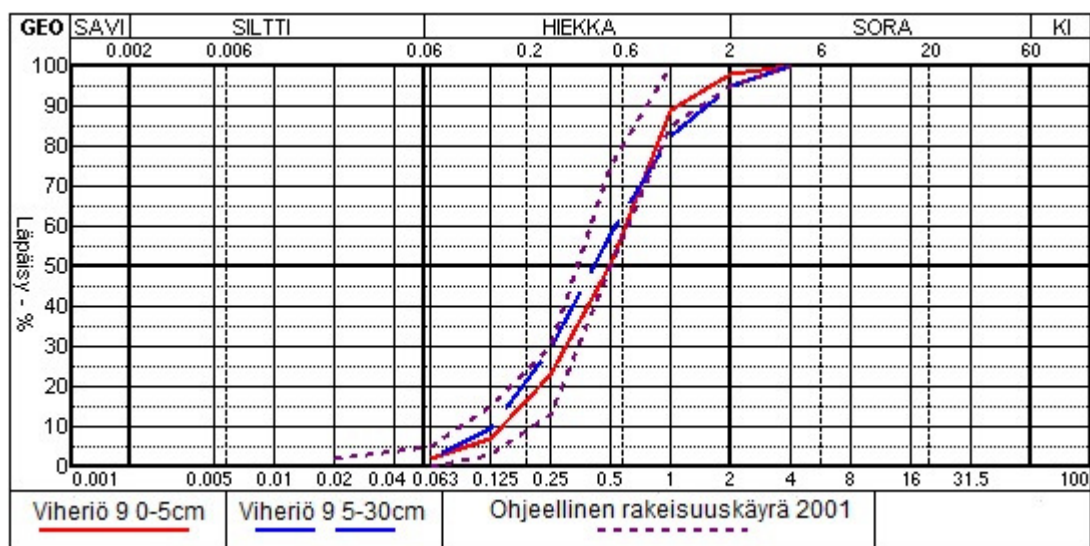
Viheriö 1



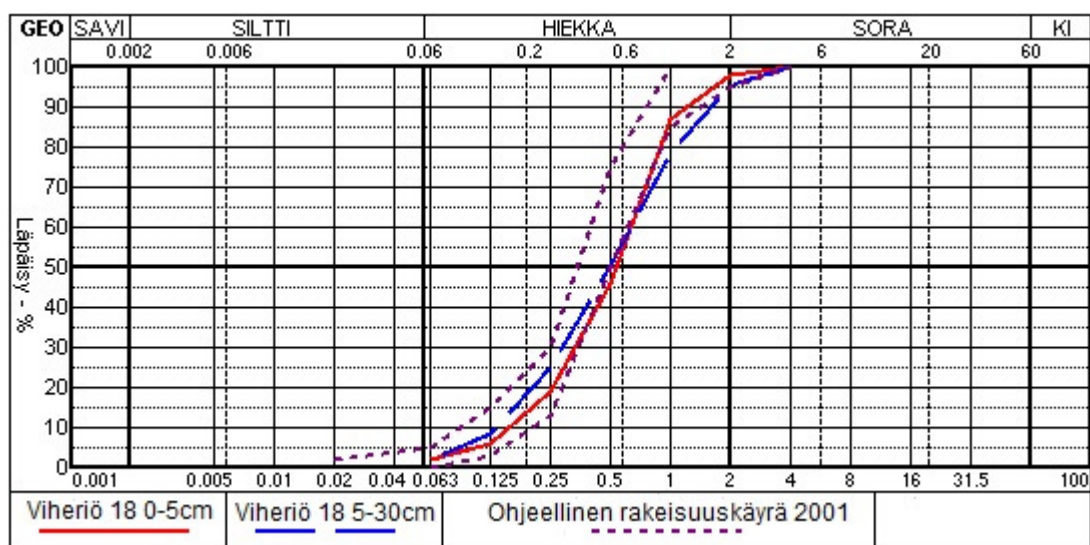
Viheriö 6



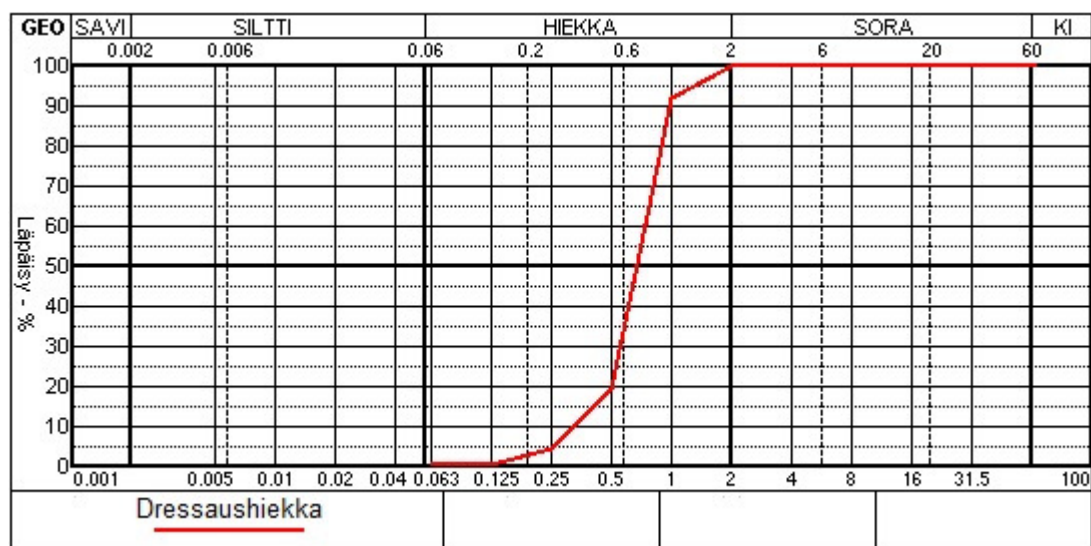
Viheriö 9



Viheriö 18

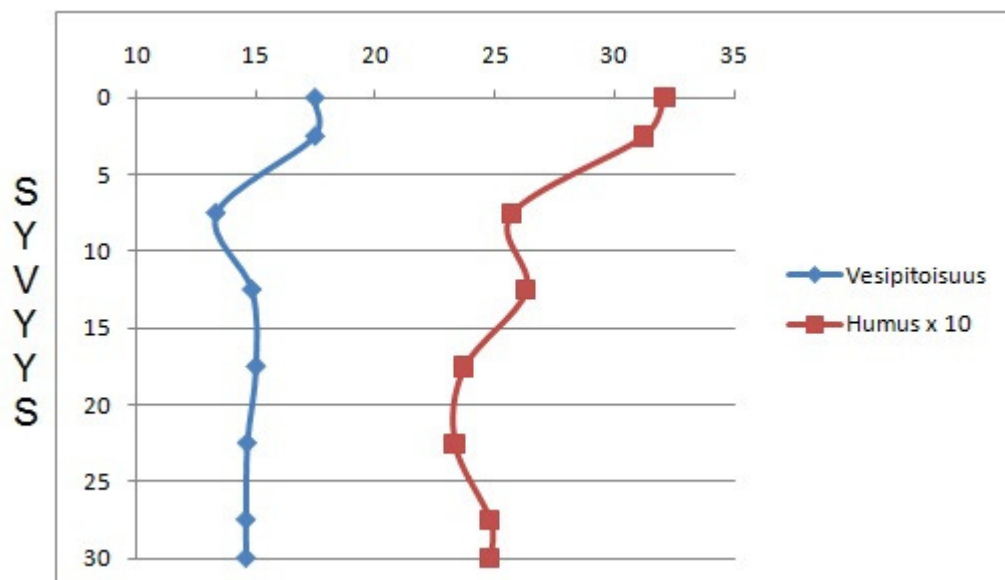


Dressaushiekka

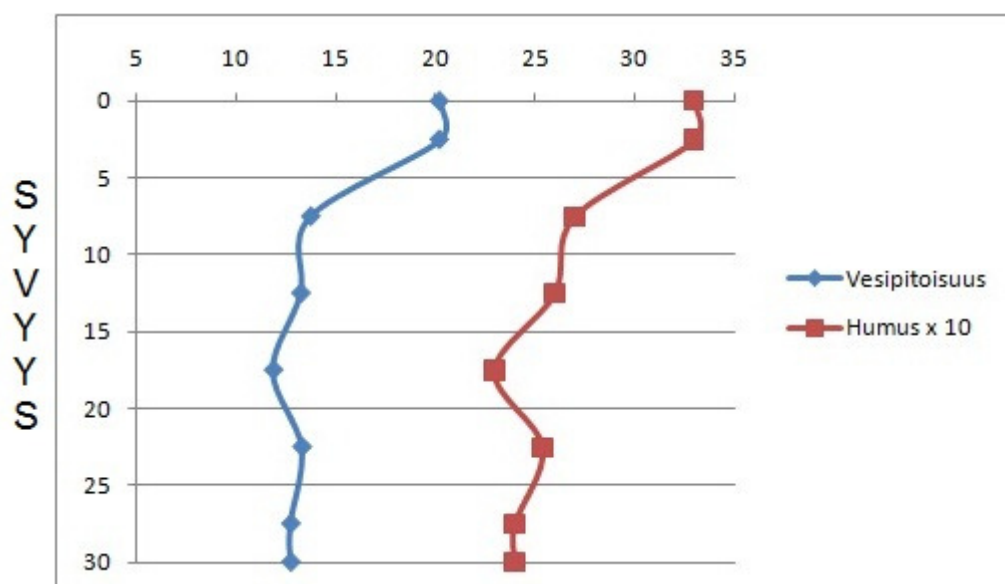


HUMUS- JA VESIPITOISUUDET

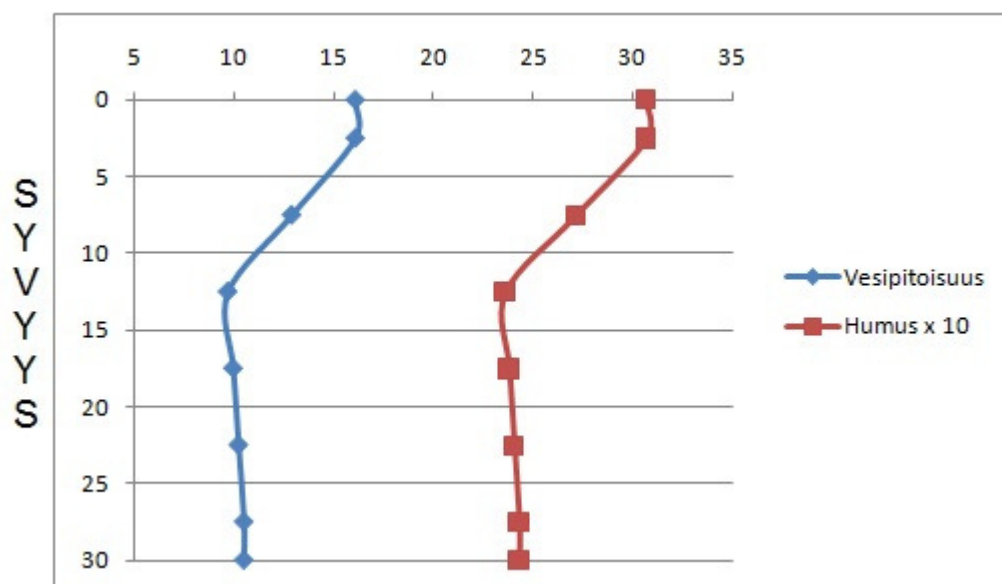
Viheriö 1



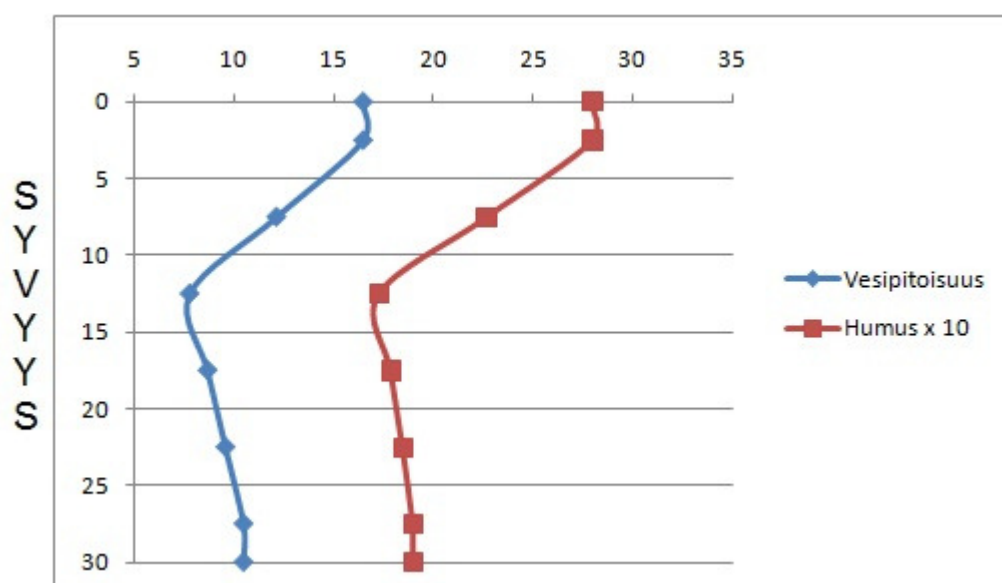
Viheriö 6



Viheriö 9



Viheriö 18



VEDENLÄPÄISEVYYDET

Viheriö 1

	Tiiviys 85 %	Tiiviys 90 %
Pinta 0-15 cm	85 mm/h	14 mm/h
Pohja 15-30 cm	85 mm/h	12 mm/h

Viheriö 6

	Tiiviys 85 %	Tiiviys 90 %
Pinta 0-15 cm	67 mm/h	10 mm/h
Pohja 15-30 cm	39 mm/h	10 mm/h

Viheriö 9

	Tiiviys 85 %	Tiiviys 90 %
Pinta 0-15 cm	55 mm/h	16 mm/h
Pohja 15-30 cm	86 mm/h	12 mm/h

Viheriö 18

	Tiiviys 85 %	Tiiviys 90 %
Pinta 0-15 cm	48 mm/h	17 mm/h
Pohja 15-30 cm	51 mm/h	13 mm/h

VEDENPIDÄTTYVYYDET

Viheriö 1

	Veden pidättyvyys (%)
0-7,5 cm	27
7,5-15 cm	24
15-22,5 cm	24
22,5-30 cm	24

Viheriö 6

	Veden pidättyvyys (%)
0-7,5 cm	26
7,5-15 cm	23
15-22,5 cm	24
22,5-30 cm	25

Viheriö 9

	Veden pidättyvyys (%)
0-7,5 cm	27
7,5-15 cm	23
15-22,5 cm	23
22,5-30 cm	22

Viheriö 18

	Veden pidättyvyys (%)
0-7,5 cm	25
7,5-15 cm	21
15-22,5 cm	21
22,5-30 cm	21

TIIVIYDET

Viheriö 1

Näytepiste 1	Kuivatilavuus- paino (kN/m ³)	Vesipitoisuus (%)	Tiiviys (%)
		14,56	18,19

Näytepiste 2	Kuivatilavuus- paino (kN/m ³)	Vesipitoisuus (%)	Tiiviys (%)
		14,57	17,16

Viheriö 6

Näytepiste 1	Kuivatilavuus- paino (kN/m ³)	Vesipitoisuus (%)	Tiiviys (%)
		14,73	17,29

Näytepiste 2	Kuivatilavuus- paino (kN/m ³)	Vesipitoisuus (%)	Tiiviys (%)
		14,40	16,70

Viheriö 18

Näytepiste 1	Kuivatilavuus- paino (kN/m ³)	Vesipitoisuus (%)	Tiiviys (%)
		14,32	15,09

Näytepiste 2	Kuivatilavuus- paino (kN/m ³)	Vesipitoisuus (%)	Tiiviys (%)
		13,67	13,94

Vertailu maksimikuivatilavuuspaino 16,88 kN/m³ (Jari-Pekka Sinkko, 2004)

HUOKOSTILAVUUDET

Viheriö 1

Tiiveys 86 % ja vesipitoisuus 17,5 %.

	Massa (g)	Kiintotiheys (g/cm ³)	Tilavuus (%)	Ilma + vesi
Ilma	-	-	16	42
Vesi	321	1	26	
Maa	1817	* ¹⁾ 2,57	58	

Viheriö 6

Tiiveys 86 % ja vesipitoisuus 17 %.

	Massa (g)	Kiintotiheys (g/cm ³)	Tilavuus (%)	Ilma + vesi
Ilma	-	-	17	42
Vesi	360	1	25	
Maa	2119	* ¹⁾ 2,57	58	

Viheriö 18

Tiiveys 83 % ja vesipitoisuus 14 %

	Massa (g)	Kiintotiheys (g/cm ³)	Tilavuus (%)	Ilma + vesi
Ilma	-	-	24	45
Vesi	294	1	21	
Maa	2020	* ¹⁾ 2,57	55	

Vaatimukset USGA	
Ilma	15-30
Vesi	15-25
Ilma + vesi	35-55

Kaikille viheriöille laskennallisesti

Teoreettinen 90 % tiiveys ja vesipitoisuus 20 %.

	Massa (g)	Kiintotiheys (g/cm ³)	Tilavuus (%)	Ilma + vesi
Ilma	-	-	9	40
Vesi	363	1	31	
Maa	1817	*) 2,57	60	

Teoreettinen 90 % tiiveys ja vesipitoisuus 10 %.

	Massa (g)	Kiintotiheys (g/cm ³)	Tilavuus (%)	Ilma + vesi
Ilma	-	-	24	40
Vesi	182	1	16	
Maa	1817	*) 2,57	60	

Vaatimukset USGA	
Ilma	15-30
Vesi	15-25
Ilma + vesi	35-55

*) Sibelco UK Ltd:n määrittämä kiintotiheys (Liite 9)



Relander Ville
Kauppakatu 23 B 44
53100 LAPPEENRANTA

Tilausno 95081 (X/S), saapunut 18.1.2010, näytteet otettu 18.1.2010
Näytteenottaja: Asiakas

NÄYTTEET

Lab.nro	Näytteen kuvaus
518	Viheriö 9/1 Maanäyte (1:1)
519	Viheriö 9/2 Maanäyte (1:1)

MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	518	519
pH		4,6	7,0

Merkintöjen selityksiä: P = määrittäminen kesken, E = ei tehty, ~ = noin, < = pienempi kuin, « = pienempi tai yhtäsuuri kuin, > = suurempi kuin, » = suurempi tai yhtäsuuri kuin.

LAUSUNTO

Näytteiden pH-arvon määrittäminen:

1 osa maanäytettä
1osa vettä

LIITTEET: Menetelmä-, tutkimuslaitos- ja mittausepävarmuustiedot.

Pirjo Niinimäki
Pirjo Niinimäki
Kemisti

TIEDOKSI

Viipurin Golf Oy

9/1 Viheriö 9 syvyys 0-5 cm
9/2 Viheriö 9 syvyys 10-15 cm



Relander Ville
Kauppakatu 23 B 44
53100 LAPPEENRANTA

Tilausnro 95081 (X/S), saapunut 18.1.2010, näytteet otettu 18.1.2010
Näytteenottaja: Asiakas

NÄYTTEET

Lab.nro	Näytteen kuvaus
482	Viheriö 9/1 Maanäyte (1:5)
483	Viheriö 9/2 Maanäyte (1:5)
484	Viheriö 9/3 Maanäyte (1:5)

MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	482	483	484
pH		5,6	7,2	7,5

Merkintöjen selityksiä: P = määrittäminen kesken, E = ei tehty, ~ = noin, < = pienempi kuin, « = pienempi tai yhtäsuuri kuin, > = suurempi kuin, » = suurempi tai yhtäsuuri kuin.

LAUSUNTO

Näytteiden pH-arvon määrittäminen:

1 osa maanäytettä
5 osaa vettä

LIITTEET: Menetelmä-, tutkimuslaitos- ja mittausepävarmuustiedot.

Pirjo Niinimäki
Kemisti

TIEDOKSI

Viipurin Golf Oy

9/1 Viheriö 9 syvyys 0-5 cm
9/2 Viheriö 9 syvyys 10-15 cm
9/3 Viheriö 9 syvyys 25-30 cm



GCL Certificate of Analysis

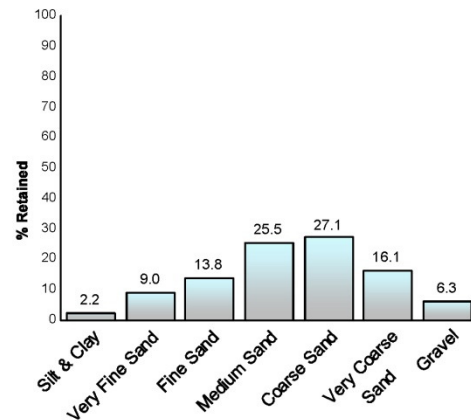
Sample Description: Rootzone Sample Ref: Etelia-Saimaa G.C.

GCL Ref : 290019617
 Issued To : N Piippo, M Higgins
 Issued by : SMCANN
 Issued Date : 27 October 2009

Remarks: c/o Viipurin Golf Academy

Particle Size Distribution

Category	Particle Size	% Retained	USGA Criteria
Gravel	2000 µm	6.3	<10 %
Very Coarse Sand	1400 µm 1000 µm	6.9 9.2	
Coarse Sand	710 µm 500 µm	14.1 13.0	>60 %
Medium Sand	355 µm 250 µm	14.9 10.6	
Fine Sand	180 µm 150µm	9.5 4.4	<20 %
Very Fine Sand	125 µm	2.6	<5 %
	90 µm	3.6	
	63 µm	2.2	
	53 µm	0.5	
Silt & Clay	<53 µm	2.2	<8 %
AFS		44.3	-



Particle Shape

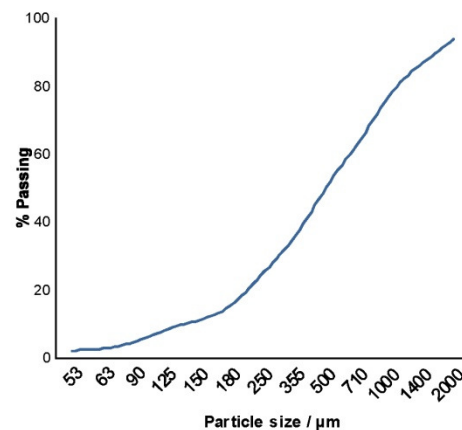
Angularity	Sub-Angular
Sphericity	Medium

Physical Properties

Moisture Content (%)	11.7	-
pH (1:1 Sample to Water)	6.6	-
Organic Matter Content (% w/w)	1.7	-

Physical Properties @ 30 cm Tension

Saturated Hydraulic Conductivity (mm/hr)	12	>150
Water Retention (% w/w)	21.7	-
Bulk Density (g/cc)	1.62	-
Total Porosity (% v/v)	37.0	35-55
Non-Capillary Porosity (% v/v)	1.8	15-30
Capillary Porosity (% v/v)	35.2	15-25
Particle Density (g/cc)	2.57	-



Comments

The particle size distribution has a very wide range and is most likely causing interpacking which will be the reason for the low Saturated Hydraulic Conductivity and the subsequent imbalance in the porosity values.



Tel: +44 (0)1270 752 752 Email: info@sibelco.co.uk Web: www.sibelco.co.uk Fax: +44 (0)1270 752 753
 Brookside Hall, Sandbach, Cheshire CW11 4TF, United Kingdom

Sibelco UK Ltd. Registered in England and Wales No. 578631. Registered Office: Brookside Hall, Sandbach, Cheshire CW11 4TF



USGA Summary Report

USGA Putting Green Construction

The rootzone has been compared to the USGA (2004 version) recommendations for a method of putting green construction.

Client: SP Minerals Oy AB

Date: 10/03/10

Order: 9190

Sample: Etelia-Saimaa GC, c/o Viipurin Golf Academy : Rootzone Sample

Particle Size Distribution

The table below summarises the particle size distribution results.

Name	Particle Size (mm)	USGA Recommendation (2004)	Result	In Range
			<i>% Retained</i>	
Coarse Gravel	> 3.4	No particles	0.7	HIGH
Fine Gravel	2.0 – 3.4	Not more than 10% total particles in this range, incl. maximum of 3% fine gravel (preferably none)	22.5	HIGH
Very Coarse Sand	1.0 – 2.0			
Coarse Sand	0.5 – 1.0	Minimum of 60% of particles	50.9	LOW
Medium Sand	0.25 – 0.5			
Fine Sand	0.15 – 0.25	Not more than 20% particles	13.2	in range
Very Fine Sand	0.05 – 0.15	Not more than 5% particles	9.8	HIGH
Silt	0.002 – 0.05	Not more than 5% particles	2.4	in range
Clay	< 0.002	Not more than 3% particles	0.5	in range
Total Fines	< 0.15	Not more than 10% particles	12.7	HIGH

Therefore, this rootzone does not satisfy the USGA recommendation for particle size distribution.

There are too many particles larger than 1mm, too few coarse/medium particles and too many very fine sand particles. Consequently, there are too many fines below 0.15mm in diameter present in this rootzone.

This statement is a direct interpretation of the sample tested compared to the USGA recommendation for putting green construction

Percolation Rate & Porosities

Physical Property	USGA Recommendation (2004)	Result	Range
Percolation Rate (mm/hr)	> 150 mm/hr	6.1	LOW
Total Porosity (%v/v)	35 – 55%	39.3	in range
Air-Filled Porosity (%v/v)	15 – 30%	8.9	LOW
Water-Filled Porosity (%v/v)	15 – 25%	30.5	HIGH

At 30cm tension, this rootzone does satisfy the USGA recommendation for total porosity.
At 30cm tension, this rootzone does not satisfy the USGA recommendation for percolation rate (LOW), air-filled (LOW) and water-filled porosity (HIGH).

Particle Shape, pH & Organic Matter

The USGA do not give recommendations for this parameter.
Please consult an agronomist for further advice.

pH measurements are made in both distilled water and a calcium chloride solution because the calcium displaces some of the exchangeable aluminium. The low ionic strength counters the dilution effect on the exchange equilibrium by setting the salt concentration of the solution closer to that expected in the soil solution.

The pH values obtained in the solution of calcium chloride are slightly lower than those measured in water due to the release of more aluminium ions that then hydrolyses. Therefore, both measurements are required to fully define the character of the soil pH.

Rootzone Summary

This rootzone does not satisfy the USGA recommendations for a method of putting green construction.

Signed:

Date: 10th March 2010

Position: Laboratory Manager, European Turfgrass Laboratories Ltd

This statement is a direct interpretation of the sample tested compared to the USGA recommendation for putting green construction



Unit 58
Stirling Enterprise Park
Stirling, FK7 7RP, Scotland

Tel: +44 (0) 1786 449195
Fax: +44 (0) 1786 449688
europenturf@aol.com
www.etl-ltd.com

9190/1					USGA PREMIXED ROOTZONE 30cms Tension Test Report. Number: 9190/A page 1 of 2
100%					Rootzone Sample
					Ref. Viipurin Golf Academy
05/03/10					Sample Received Date
dry					Sample Moisture (very wet, wet, moist, dry, n/a)
friable					Sample Consistency (hard, friable, plastic, n/a)
medium					Sample Homogeneity (high, medium, low, n/a)
SA - A					Angularity (VA, A, SA, SR, R, WR, n/a)
M					Sphericity (H, M, L, n/a)
0.7					% Material greater than 3.4 mm
6.4					% Fine Gravel 2 to 3.4 mm
16.1					% Very Coarse Sand 1 to 2 mm
26.0					% Coarse Sand 0.5 to 1 mm
24.9					% Medium Sand 0.25 to 0.5 mm
13.2					% Fine Sand 0.15 to 0.25 mm
9.8					% Very Fine Sand 0.05 to 0.15 mm
2.4					% Silt 0.002 to 0.05 mm
0.5					% Clay less than 0.002 mm
23.2					% greater than 1mm
50.9					% Coarse + Medium Sand
12.7					% Fines less than 0.15 mm
6.1					Saturated Hydraulic Conductivity (mm/hr)
2.594					Particle Density (g/cc)
1.58					Bulk Density (g/cc)
39.3					Total Porosity (%v/v)
8.9					Air-filled Porosity (%v/v @ 30 cm tension)
30.5					Water-filled Porosity (%v/v @ 30 cm tension)
19.4					Water Retention (%w/w @ 30 cm tension)
5.86					pH (Distilled Water)
5.26					pH (Calcium Chloride)
2.3					Organic Matter (%w/w)

Unit 58
Stirling Enterprise Park
Stirling, FK7 7RP, Scotland

Tel: +44 (0) 1786 449195
Fax: +44 (0) 1786 449688
europeturf@aol.com
www.etl-ltd.com

Continued from page 1

9190/1				USGA Criteria		USGA PREMIXED ROOTZONE
						Test Report. Number: 9190/A page 2 of 2
HIGH				ZERO		Coarse Gravel Criterion
HIGH				≤ 10%		Fine Gravel / Very Coarse Sand Criterion
LOW				≥ 60%		Coarse / Medium Sand Criterion
in range				≤ 20%		Fine Sand Criterion
HIGH				≤ 5%		Very Fine Sand Criterion
HIGH				≤ 10%		Total Fines Criterion
in range				≤ 5%		Silt Criterion
in range				≤ 3%		Clay Criterion
LOW				> 150	mm/hr	Saturated Hydraulic Conductivity Criterion
in range				35-55%		Total Porosity Criterion
LOW				15-30%		Air-filled Porosity Criterion
HIGH				15-25%		Water-filled Porosity Criterion
<p>The above classifications state the numerical status (only) of the sample according to the USGA criteria. The classifications do not imply any statement or opinion by ETL regarding the sample. A tabulation of the USGA Criteria is available on request from ETL</p>						

Angularity codes: VA, very angular; A, angular; SA, sub-angular; SR, sub-rounded; R, rounded; WR, well rounded.
Sphericity codes: H, high; M, medium; L, low

ASTM Method : F1815-06
"Saturated Hydraulic Conductivity, Water Retention, Porosity, and Bulk Density of Putting Greens and Sports Turf Root Zones"

ASTM Method : D4972-01 (Reapproved 2007)
"pH of Soils"

ASTM Method : D5550-06
"Specific Gravity of Soil Solids by Gas Pycnometer"

ASTM Method : F1647-02a
"Organic Matter Content of Putting Green and Sports Turf Root Zone Mixes"

ASTM Method : F1632-03
"Particle Size Analysis and Sand Shape Grading of Golf Course Putting Green and Sports Field Root Zone Mixes"

These results refer only to the samples provided. No guarantee is given that they are representative of the bulk material.
Full terms and conditions are set out in document 'ETL / Conditions' which is available on request.
This report shall not be reproduced except in full without the written approval of ETL.

SP Minerals Oy AB
POB 174, FI-03101 Nummela, Finland

Approved by: 

Date: 10th March 2010

Laboratory Manager, for European Turfgrass Laboratories Ltd