

Veera Hellgren

# Golfkentän ympäristökartoitus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Bio- ja kemiantekniikka

Insinööriytyö

8.5.2018

Tekijä Otsikko	Veera Hellgren Golfkentän ympäristökartoitus
Sivumäärä Aika	28 sivua + 3 liitettä 8.5.2018
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Bio- ja kemiantekniikka
Ammatillinen pääaine	Kemiantekniikka
Ohjaajat	Yliopettaja Pentti Viluksela Hallituksen jäsen Bengt Lindholm, Han-Golf
<p>Ympäristöjohtaminen ja siihen liittyvät ympäristöjärjestelmät ovat olleet vuosia osa yritysten arkea. Myös golfyhteisö on laatinut erilaisia ohjeistuksia ja järjestelmiä, joilla ehkäistään golfkenttien aiheuttamaa ympäristöhaittaa. Vuonna 2017 Suomen Golfkentät Ry:llä oli ympäristöteema, jolla kannustettiin entistäkin tehokkaampaan ympäristöhaittojen torjuntaan.</p> <p>Insinööritö toteutettiin Han-Golf Oy:n toimeksi antamana. Han-Golfin tavoitteena on saada lähivuosina GEO-ympäristösertifikaatti, minkä takia kentällä on nyt aloitettu entistä aktiivisempi ympäristötö. Insinööritön tavoitteena oli kartoittaa Han-Golf Oy:n ympäristövaikutuksia, sekä avustaa uuden GEO-ympäristöjärjestelmän käyttöönotossa. Kentän lähistöllä sijaitsevan Täktominlahden rehevöityminen on aiheuttanut Hangossa paljon keskustelua, ja golfkenttä on mainittu yhtenä mahdollisena ravinnevaluman aiheuttajana. Tästä syystä kentän vesien laatua haluttiin tutkia, jotta mahdolliseen ravinnevalumaan voidaan puuttua.</p> <p>Työssä tutustuttiin golfkenttien yleisiin ympäristövaikutuksiin ja ympäristöjärjestelmiin. Lisäksi tutkittiin Täktominlahden tilannetta ja golfkentän viereen rakennetun kosteikon toimintaa. Golfkentän ympäristökartoitus tehtiin yhdessä Han-Golfin kenttämestarin Tauno Lahtisen kanssa. Kartoituksessa tutustuttiin laajasti kentän toimintaan ja sen ympäristövaikutuksiin. Toimintaa vertailtiin muihin Suomen golfkenttiin, ja kartoitettiin erilaisia kehittämismahdollisuuksia. Kartoituksen yhteydessä otettiin vesinäytteitä kentän lammista ja ohi kulkevasta valtaojasta. Vesinäytteistä analysoitiin pH, sähkönjohtokyky, happi-, nitraattityppi- ja fosforipitoisuudet.</p> <p>Kartoituksessa huomattiin, että Han-Golf ottaa toiminnassaan ympäristönäkökohdan melko hyvin huomioon. Lannoitemäärät olivat huomattavasti alhaisemmat, kuin golfliiton suosituksissa, sekä veden ja sähkön kulutusta on pyritty vähentämään. Tärkeimmiksi tavoitteiksi sertifikaatin saavuttamiseksi nousi dokumentoinnin parantaminen, sekä luonto- ja maisemaselvityksen teettäminen. Vesianalyseissä selvisi, että ravinnepitoisuudet olivat osassa näytteitä huolestuttavan korkeita. On suositeltavaa, että vesien laatua tutkitaan tarkemmin, jotta saadaan selville, johtuuko korkea ravinnepitoisuus yksinomaan lannoitteista. Veden laatua tulee jatkossa tarkkailla vuosittain.</p>	
Avainsanat	Han-Golf, ympäristöjärjestelmä, GEO, rehevöityminen, vesianalyysi

Author Title	Veera Hellgren Environmental mapping of the golf course
Number of Pages Date	28 pages + 3 appendices 8 May 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Biological and Chemical Engineering
Professional Major	Chemical Engineering
Instructors	Principal Lecturer Pentti Viluksela Board member Bengt Lindholm, Han-Golf
<p>Environmental management and the related systems attached to it, have been part of everyday operations in companies for years. Also golf community has drafted different various guidelines and systems to prevent environmental damage caused by golf courses. In the year of 2017 Suomen Golfkentät Ry had an environmental theme which was meant to encourage even more sufficient environmental damage prevention.</p> <p>This Bachelor's thesis was commissioned by Han-Golf Oy. The goal of Han-Golf is to get the GEO-environmental certificate in the next few years. The aim of this thesis was to map environmental impacts of Han-Golf Oy and to help implement a new GEO-environmental system. Eutrophication of The Täktöm cove, which is located near by the golf course, has caused much discussion in Hanko and the golf course has mentioned one of the possible sources of nutrient runoff. For this reason there was a need to investigate the golf course's water quality so that the possible nutrient runoff could be intervened with.</p> <p>The golf courses' general environmental impacts and environmental systems were studied in this thesis. In addition, the situation of the Täktöm cove and the wetland built next to the golf course were examined. The golf course's actions and environmental impacts were familiarized with at the environmental mapping. Actions of the course were compared to those of the other Finnish golf courses and different improvement opportunities were mapped. Water samples were taken from the ponds of the course and the drainage ditch next to the course. pH, electrical conductivity, oxygen, nitrate nitrogen and phosphorus concentrations were analyzed from water samples.</p> <p>In the mapping it was find out that Han-Golf considers environmental aspect of its actions quite well. Fertilizer quantities were significantly lower than the golf unions recommendations. Efforts have also been made to reduce water and electricity consumption. The most important goals for achieving the certificate were to improve documentation, as well as to conduct nature and landscape surveys. In the water analyzes, it was found that nutrient concentrations were alarmingly high in some samples. It is recommended that the quality of the waters be examined more closely to find out whether the high nutrient content is due solely to fertilizers. The quality of water should be observed annually.</p>	
Keywords	Han-Golf, environmental system, GEO, water analysis

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Ympäristöjärjestelmät	2
2.1	Golfliiton ympäristöjärjestelmä	3
2.2	GEO-ympäristöjärjestelmä ja sertifikaatti	3
2.3	Han-Golfin ympäristöpolitiikka	5
3	Täktominlahden rehevöityminen	6
4	Kosteikko	8
5	Ympäristökartoitus	10
5.1	Kentän rakenne	10
5.2	Veden kulutus	11
5.3	Jätehuolto	11
5.4	Laitteet	12
5.5	Energiankulutus	12
5.5.1	Polttoaineet	12
5.5.2	Sähkö	12
5.6	Kentän hoito	13
5.6.1	Nurmen leikkaus	13
5.6.2	Ilmastukset	13
5.6.3	Hiekoitus	14
5.6.4	Lannoitus	14
5.6.5	Torjunta-aineet	15
5.7	Henkilöstö ja turvallisuus	16
6	Vesianalyysit	16
6.1	Näytteenotto	16
6.2	Analysointi ja tulokset	18
6.2.1	pH	18
6.2.2	Sähkönjohtavuus	18
6.2.3	Happi	19
6.2.4	Nitraattityppi	21
6.2.5	Fosfori	22
6.3	Tulosten luotettavuuden arviointi	23

7	Yhteenveto	24
	Lähteet	25
	Liitteet	
	Liite 1. Näytteenottoaikat	
	Liite 2. Analyysitulokset	
	Liite 3. Kestävöinnin vaikutus mittaustuloksiin	

## 1 Johdanto

Ympäristönsuojelua on ollut olemassa koko ihmisen historian ajan, ja sen tavoitteena on varmistaa luonnon puhtaus ja ihmisten terveys. Teollistuminen ja kovaa vauhtia kasvava maailman väkiluku on kuitenkin asettaneet suuria haasteita ympäristönsuojelulle. Hiilidioksidipäästöistä aiheutuva ilmastonmuutos, ihmisille haitalliset ilmansaasteet, kovaa vauhtia kasvavat jätevuoret ja vesistöjen saastuminen ovat kaikki nykypäivän todellisuutta. Tästä syystä ympäristönsuojeluun liittyvää lainsäädäntöä parannetaan jatkuvasti ja asetetaan tavoitteita, joiden saavuttamiseksi jokaisen valtion on tehtävä oma osansa. Valitettavasti ympäristöystävällisiin ratkaisuihin panostaminen on kuitenkin usein kallista ja yritykset valitsevat helposti rahallisesti kannattavimman vaihtoehdon. Tuottavuus ja ympäristöasiat joutuvat usein vastakkainasetteluun myös politiikassa. Etenkin energia-politiisessa keskustelussa kehitystä jarruttaa puolueiden omat arvot. Kaikesta huolimatta Suomessa ympäristönsuojelu on huippuluokkaa. Kestävä kehitys on avainasemassa kaikilla tekniikan aloilla, mikä mahdollistaa uusien ympäristöystävällisempien innovaatioiden syntyvän.

Ympäristönsuojelu on jokaisella alalla tärkeää, myös golfkentillä. Golf on saanut julkisesti paljon kritiikkiä pelin aiheuttamista ympäristöhaitoista. Kentän rakentaminen ja kunnossapito on todettu olevan haitallista ekosysteemille. Erityisesti kuumissa ja kuivissa ympäristöissä kentät tarvitsevat runsasta kastelua, mikä on makean veden varantojen niukentuessa noussut suureksi huolenaiheeksi. Ympäristöstä riippuen tarvitaan kentänhoidossa myös erilaisia lannoitteita ja torjunta-aineita. Toisaalta taas esimerkiksi Isossa-Britanniassa nousevana trendinä on kemikaalittomat kentät ja kastelu toteutetaan esimerkiksi jokivesillä. Luonnonmukaisella kentällä voi parhaassa tapauksessa olla jopa positiivinen vaikutus ympäristöön. Suomessa kentät ovat jo pitkään seuranneet käyttämiään lannoite- ja torjunta-ainemääriä. Suomen Golfkentät Ry:llä oli vuonna 2017 ympäristöteema ja Honour-Golf-julkaisussa on joka kuukausi kerrottu eri kenttien ympäristöratkaisuista ja pyritty näin lisäämään tietoutta, sekä innostamaan kenttiä tutkimaan omaa toimintaansa ympäristönäkökulmasta. Ympäristöasiat olivat yhtenä pääteemana myös Golfviestinnän superviikonlopussa marraskuussa 2017, jossa puhuttiin golfkenttien ympäristösertifioinneista ja tunnettu puhuja Jouni Keronen kertoi hiilineutraalin golfin tulevaisuudesta. [1; 2; 3.]

Tämä insinööriyö tehtiin yhteistyössä Han-Golf Oy:n kanssa. Han-Golf Oy on Hangossa sijaitseva yritys, jonka toimintaan kuuluu golfklubi ja golfkenttä. Insinööriyössä keskityttiin pääasiassa golfkentän toimintaan. Kentällä on noudatettu Suomen Golfliiton antamia ohjeistuksia, mutta nyt yritys haluaa siirtyä systemaattisempaan seurantajärjestelmään. Vuoden 2017 lopussa Han-Golf otti käyttöön GEO:n sähköisen ympäristöjärjestelmän, jonka pohjalta yritys voi tulevaisuudessa myös hakea ympäristösertifikaattia. Työn tavoitteena oli kartoittaa kentän ympäristövaikutuksia, sekä avustaa ympäristöjärjestelmän käyttöönotossa. Ajankohtaiseksi aiheeksi nousi myös Hangossa sijaitsevan Täktominlahden rehevöityminen, ja golfkenttä on mainittu yhtenä mahdollisena rehevöitymisen aiheuttajana. Tästä syystä isona osana työssä oli kentän vesien ravinnepitoisuuksien selvittäminen. Työssä tutustuttiin myös muiden suomalaisten golfkenttien toimintatapoihin, ja kartoitettiin eri vaihtoehtoja, joilla Han-Golfin toimintaa voitaisiin parantaa.

## **2 Ympäristöjärjestelmät**

Ympäristöjärjestelmä on yksi yrityksen johdon käyttämistä järjestelmistä, jonka tarkoituksena on auttaa ja kannustaa yrityksiä seuraamaan oman toimintansa aiheuttamia ympäristövaikutuksia. Se on järjestelmällinen menetelmä ympäristöasioiden hallintaan. Se auttaa panostamaan kestäväan kehitykseen vähentämällä haitallisia ympäristövaikutuksia ja parantamalla ympäristönsuojelun tasoa. Järjestelmä vaikuttaa organisaation tuotteiden ja palveluiden suunnitteluun, valmistukseen ja jakeluun. Myös tuotteen käytöstä poistaminen ja siitä aiheutuvan jätteenkäsittely otetaan huomioon. Järjestelmään kuuluessaan yritys asettaa ympäristötavoitteet ja sitoutuu seuraamaan ja kehittämään toimintaansa, niin että asetetut tavoitteet täyttyvät. Kun yritys on hoitanut ympäristöasiansa menestyksekkäästi, se voi hakea sertifikaattia toiminnastaan. Sertifiointi osoittaa yrityksen sidosryhmille, että yritys toimii vastuullisesti. Yleisin käytetty ympäristöjärjestelmästandardi on kansainvälinen ISO 14001, ja siihen myös suurin osa muista ympäristöjärjestelmistä pohjautuu. Standardissa määritellään vaatimukset, joita noudattamalla organisaation on mahdollista saavuttaa asettamansa tavoitteet. [4.]

## 2.1 Golfliiton ympäristöjärjestelmä

Suomen Golfliiton ylläpitämään ympäristöjärjestelmään ovat sitoutuneet kaikki golfalalla toimivat järjestöt. Järjestelmä on toteutettu vuonna 1995 yhteistyössä Suomen ympäristöviranomaisten kanssa. Järjestelmän sisältö on kirjattu Golfkentän ympäristökäsikirjaan, ja siinä käsitellään kaikkia golfkenttätöiminnasta aiheutuvia ympäristövaikutuksia. Käsikirjan lisäksi golfliitolta saa käyttöönsä sähköisen lannoitus- ja torjunta-ainepäiväkirjan sekä Ympäristöyökirjan lähtötilanteen kartoittamiseksi. [5, s. 15.]

Ympäristöjärjestelmän käyttöönotossa on tarkoitus perustaa ympäristötyöryhmä, jonka tavoitteena on toteuttaa ympäristötyötä omalla golfkentällään. Lisäksi yritys sitoutuu ympäristöpolitiikkaan ja määrittelee kentän lähtötilanteen sekä suorittaa ympäristökatselmuksen. Katselmuksessa otetaan huomioon kentän hoito-ohjelma, kentän rakenne, jätehuolto, energian käytön taloudellisuus, koulutus ja työpaikan ilmapiiri. Esitietojen pohjalta yritys asettaa itselleen tavoitteita, joiden onnistumista seurataan toiminnan kirjaamisella ja säännöllisillä ympäristötyöryhmän tekemillä ympäristökatselmuksilla. Golfliitto on määritetty merkittävimiksi kehityskohteiksi lannoitteiden vähentämisen, ympäristötietouden lisäämisen, turvallisuuden parantamisen, kastelujärjestelmän optimoinnin, tehokkaan torjunta-aineiden käytön ja jätehuollon paremman hallinnan. Suuri osa Suomen kentistä keskittyy Golfliiton mainitsemiin kehityskohteisiin ympäristöpolitiikassaan. [5, s. 15–23.]

## 2.2 GEO-ympäristöjärjestelmä ja sertifikaatti

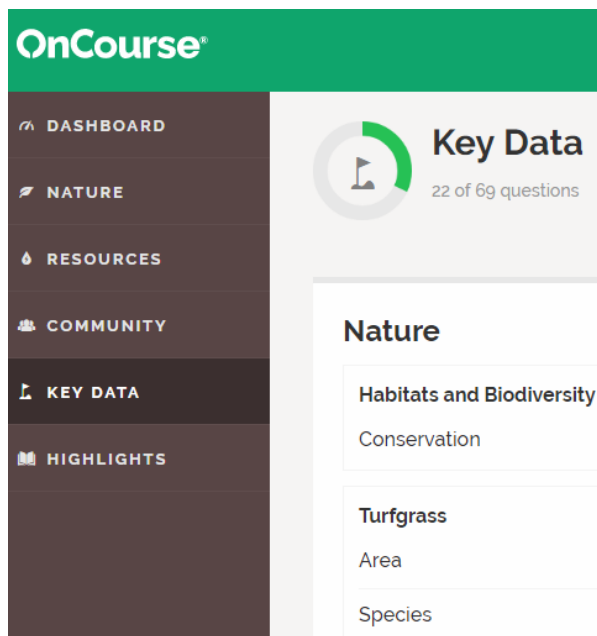
GEO eli Golf Environment Organization on kansainvälinen voittoa tavoittelematon organisaatio, joka pyrkii parantamaan golfkenttien ympäristötietoutta. Tavoitteena on tukea ja kannustaa ympäristö ja ihmisläheisempään toimintaan. GEO:lla on maksullinen sähköinen palvelu, OnCourse, jonka avulla seurataan golfkentän ympäristövaikutuksia. Järjestelmä on vaatimuksiltaan lähes yhteneväinen Suomen Golfliiton järjestelmän kanssa. Suomen Golfliiton rekisterissä on 131 golfseuraa ja niistä OnCourse-palvelua käyttää Suomessa jo 46. Näistä seuroista 10 on myös GEO-sertifioituja. [6; 7; 8.]

GEO:a noudattaessaan yrityksen on tarkoitus ottaa ympäristöasiat huomioon kaikessa päätöksenteossa. Tavoitteet ja arvot kirjataan ympäristöpolitiikkaan, jonka pohjalta yrityksen asioita kehitetään jatkossa. Ympäristöpolitiikka on julkinen asiakirja, ja se on hyvä



suunnitella noin kolmeksi vuodeksi kerrallaan. Kaikkia mahdollisia parannuksia ei ole tarkoitus tehdä heti, vaan yritys on asettaa muutamia realistisia tavoitteita pitkälle aikavälille. Eri sidosryhmien, kuten tavarantoimittajien, arvojen on oltava yhtenäinen yrityksen ympäristöpolitiikan kanssa. [9.]

Oncourse-järjestelmän käyttö aloitetaan täyttämällä kentän päätiedot. Päätietoihin kuuluu mm. kentän alueiden kuvaus, veden ja energian kulutus, sekä käytetyt lannoitteet. Tämän lisäksi Oncoursessa on kolme pääteemaa: luonto, resurssit ja yhteisö, ja jokainen pääteema on jaoteltu kolmeen alateemaan. Järjestelmään merkitään, mitä käytäntöjä golfkentällä noudatetaan. Omaa edistymistä on helppo seurata visuaalisista kuvakkeista, jotka täyttyvät vihreällä värillä sitä mukaa, kun kuhunkin osioon tarvittavat tiedot täyttyvät (kuva 1). Käytännöt joita kenttä ei vielä noudata, on tarkoitus kirjoittaa ylös ja ottaa käyttöön tulevaisuudessa. [10.]



Kuva 1. Näkymä Oncourse-järjestelmässä [10.]

Kun tarvittavat tiedot on kirjattu järjestelmään, voi kenttä hakea itselleen GEO-sertifikaattia. Jos kentällä ei kuitenkaan ole edellytyksiä sertifikaattiin, se saa organisaatiolta parannusehdotuksia ja tukea niiden toteuttamiseen. GEO-sertifikaatilla golfkenttä tuo ilmi julkisesti, että on sitoutunut toteuttamaan sertifikaatin vaatimia rajoitteita, ja jatkuvasti kehittämään omaa toimintaansa ympäristöystävälliseksi. Sertifiointi saattaa vaikuttaa myös jäsenhankintaan positiivisesti, koska ihmisten ympäristötietous ja kiinnostus ympäristöystävälliseen toimintaan lisääntyy jatkuvasti. [6.]

OnCourse-järjestelmä sisältää enemmän yksityiskohtaista tietoa, kuin Golfliiton ympäristöjärjestelmä. Pitkällä tähtäimellä järjestelmän laajuus on hyvä asia, koska perustiedot ja vaatimukset täyttyvät melko nopeasti hyvin hoidetulla kentällä, ja jatkuva parantaminen hankaloituu. OnCourse sisältää todella paljon erilaisia kehitysideoita, jotka riittävät varmasti kymmeniksikin vuosiksi eteenpäin. Toinen etu Golfliiton ympäristöjärjestelmään verrattuna on täysin sähköinen järjestelmä. Ohjelmaa on helppo käyttää ja kaikki tiedot löytyvät yhdestä paikasta. Lisäksi golfkenttä voi jakaa sivustolla tietoa asiakkaille omasta ympäristötoiminnastaan.

### 2.3 Han-Golfin ympäristöpolitiikka

Han-Golf Oy:llä ei ole aikaisemmin ollut virallista ympäristöpolitiikkaa. Ympäristöpolitiikka on tärkeä osa ympäristötyön kehittämistä, joten sen laatiminen sisällytettiin tähän opinnäytetyöhön. Alla oleva ehdotukseni ympäristöpolitiikasta on laadittu ottaen huomioon yrityksen arvot ja visio.

*Han-Golf on sitoutunut kestävän kehityksen edistämiseen ja oman toimintansa jatkuvaan parantamiseen ympäristön laadun takaamiseksi. Sitoudumme noudattamaan toimintaamme liittyvää lainsäädäntöä ja määräyksiä, sekä GEO-ympäristöjärjestelmää. Tavoitteena on saada aikaan kiitettävästi hoidettu golfkenttä tavalla, joka kuormittaa ympäröivää luontoa mahdollisimman vähän.*

*Pyrimme ottamaan ympäristönäkökulman huomioon kaikessa toiminnassamme. Tiedotamme ympäristöasioista ja käymme avointa keskustelua kentän toimintaan liittyvissä ympäristökysymyksissä. Ohjaamme golfyhteisön jäseniä vastuullisuuteen ympäristöasioissa, sekä huolehdimme siitä, että alihankkijat ja sopimuskumppanimme toimivat hyväksyttäviä ympäristöperiaatteita noudattaen.*

*Golfkentällä pyritään edistämään alueen monimuotoisuutta turvaamalla alueen kasvien ja eläinten elinolosuhteet. Lannoitteiden ja kasvinsuojeluaineiden joutumista vesistöihin ehkäistään optimoimalla kulutusmääriä ja säännöllisellä vedenlaadun seurannalla. Pyrimme tehostamaan kentän jätehuoltoa ja vähentämään energiankulutusta valitsemalla energiatehokkaampia vaihtoehtoja.*

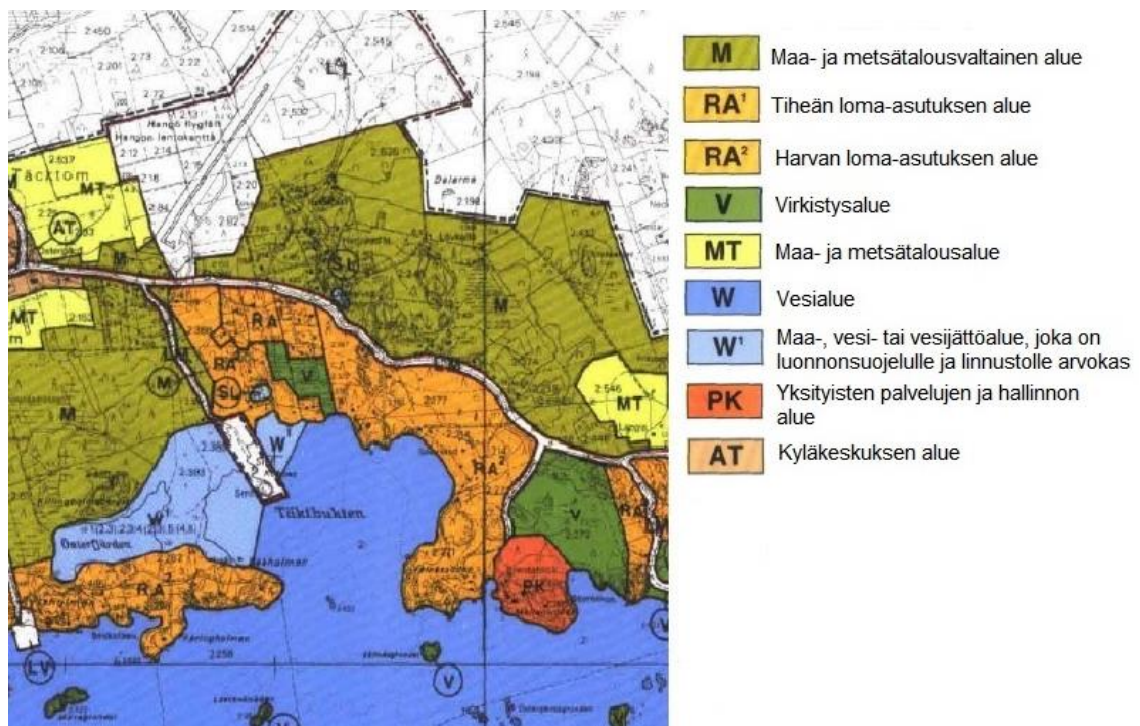
### 3 Täktominlahden rehevöityminen

Rehevöitymistä aiheutuu, kun vesistöön pääsee ravinteita ylimäärin. Yleisimmät rehevöitymistä aiheuttavat ravinteet ovat fosfori- ja typpiyhdisteet. Kaikki elollinen tarvitsee fosforia ja typpeä, koska ne ovat tärkeässä roolissa solujen toiminnassa. Fosforia esiintyy muun muassa ATP:ssä eli adenosiinitrifosfaatissa, joka toimii solujen energianlähteenä. Lisäksi fosfori aktivoi entsyymejä sekä toimii solukalvon ja DNA:n rakennusaineena. Kasvit saavat normaalisti fosforin maaperän fosfaateista. Typpeä tarvitaan proteiinien ja nukleiinihappojen valmistukseen. Normaalisti kasvit saavat tarvitsemansa typen maaperästä typensuoloina, kuten nitraatteina. Kun vesistössä on ravinteita ylimäärin, vesikasvillisuuden, kuten levien, kasvu lisääntyy. Lisääntynyt vesikasvillisuus kuluttaa vedestä happea, jolloin pohjaveden happipitoisuus pienenee. Usein rehevöitymisen seurauksena vesi sakenee ja pieneliö- ja kalakannat kokevat suuria muutoksia. [11; 12; 13.]

Ylimääräistä ravinnekuormaa aiheuttavat pelloilta valuvat lannoitteet, luonnonhuuhoutuma, ilmasta tuleva laskeuma, liikenne, teollisuus, puhdistamattomat jätevedet, jätevesin lietteet, kalankasvatus, asutus, metsätalous, pois heitetty ruoka sekä muut jätteet. On tutkittu, että Itämeren rehevöittävästä fosforista jopa kaksi kolmasosaa ja typestä yli puolet on peräisin maataloudesta. Jätevesissä fosforimäärät ovat pieniä, koska se kerätään jätevedenpuhdistuksessa talteen, mutta typen poisto ei ole yhtä tehokasta, joten sitä päätyy luontoon suuria määriä. Typpeä päätyy paljon vesistöihin myös ilmasta tulevana laskeumana, joka aiheutuu energiateollisuuden sekä meri- ja tieliikenteen päästöistä. Vesistöjen rehevöitymistä on pyritty vähentämään asettamalla rajoituksia mm. jäteveden puhdistukselle sekä maataloudelle. Jätevesistä pyritään puhdistamaan typpi entistä tehokkaammin, ja maataloudessa lannoitemääriä on vähennettävä niin, että viljeltyvät kasvit pystyvät käyttämään kaikki ravinteet. On myös ohjeistettu, että maanviljelysten ympärille täytyy rakentaa suojavyöhyke, joka estää ravinteiden valumista vesistöihin. Lisäksi peltojen läheisyyteen on rakennettu kosteikoita, jotka kuluttavat tehokkaasti ravinteita ja näin ollen vähentävät huomattavasti vesistöihin päätyviä ravinmääriä. [13; 14; 15.]

Täktominlahti on Hankoniemellä sijaitseva merenlahti, jonka pinta-ala on n. 80 ha ja syvin kohta on 4 metriä. Lahden suuaukolla veden syvyys on vain hieman yli metrin. Tästä syystä veden vaihtuminen lahdessa on hidasta. Asukkaat ja lahden käyttäjät ovat huo-

manneet, että vedenlaatu on selvästi huonontunut ja vesikasvillisuus on lisääntynyt vuosien kuluessa. Kun lahden tilaa alettiin tarkemmin tutkimaan, huomattiin, että lahti on runsaasti rehevöitynyt, ja suurimmaksi osaksi tämä vaikuttaisi olevan ihmisen aiheuttamaa. Täktominlahden yleisrantakaavasta (kuva 2) nähdään, että alueella on paljon maa- ja metsätaloutta sekä loma-asutusta. Näiden lähteiden lisäksi ravinnekuormaa on arveltu aiheutuvan myös alueella sijaitseva lentokenttä, autokentät ja golfkenttä. Golfkenttä sijaitsee kuvan 2 vasemmassa yläkulmassa keltaisella merkityllä maa- ja metsätalousalueella. Rehevöitymistä estämään on perustettu operaatio Täktominlahti, joka on perehtynyt alueen tilanteen seurantaan ja kehittämiseen. Operaatiossa on mukana useita paikallisia toimijoita, sekä mm. metsähallitus ja WWF. Tilanteen parantamiseksi on tehty paljon tutkimusta ja rakennettu kosteikoita. Täktominlahdella tehtiin vuosina 2010–2012 vesikasvillisuuskartoitukset, pohjaeläinkartoitus, pohjan laatu mittaukset ja topografia, kalaston selvitys ja vedenlaatu analyysit. Lisäksi vuonna 2017 lahdesta niitettiin vesikasvillisuutta, ja niitto on tarkoitus tehdä kolmena vuotena peräkkäin. Tavoitteena on myös ojitetun Täktomträsket-suoalueen ennallistamiseen. [13; 16; 17; 18; 19.]



Kuva 2. Yleisrantakaava Täktominlahden ympärillä [20.]

Heini Ukkonen Novian ammattikorkeakoulusta on tutkinut Täktominlahden tilaa opinnäytetyössään. Vuoden 2010 aikana otettiin useita näytteitä Täktominlahdesta, sekä siihen johtavasta Täktominpurosta. Puron (ruotsiksi Träskbäcken) sijainnin näkee liitteessä 1

olevasta kartasta. Lahden fosforipitoisuudeksi mitattiin tällöin keskimäärin 30 µg/l, ja huippulukema oli 60 µg/l. Typpipitoisuus oli keskimäärin 400 µg/l ja huippupitoisuudeksi mitattiin 1100 µg/l. Korkeimmat fosfori- ja typpipitoisuudet mitattiin alkukeväästä. Kun tuloksia verrataan taulukossa 1 esitettyyn rehevyyslukitukseen, voidaan huomata, että lahti on selvästi rehevöitynyt. Täktominlahdesta mitatut pitoisuudet ovat samaa suuruusluokkaa kuin muuallakin Hangon eteläpuolen merialueilla. Lahteen laskevassa purossa fosforipitoisuudet olivat keskimäärin 30 µg/l, mutta huippulukemaksi mitattiin 160 µg/l. Mitatut typpipitoisuudet olivat keskimäärin 900 µg/l ja pitoisuus oli korkeimmillaan 1200 µg/l. Purossa korkeimmat pitoisuudet olivat syksyllä. Purosta mitatut korkeat pitoisuudet tukevat oletusta, että suurin rasitus aiheutuu lähiympäristön valumavesistä ja jätevesikuormituksesta. [21, s. 19; 22, s. 31–35.]

Taulukko 1. Rehevyysluokitus [23.]

Rehevyysluokitus	Karu	Lievästi rehevä	Rehevä	Erittäin Rehevä
Kokonaisfosfori µg/l	< 15	15–25	25–100	> 100
Kokonaistyppeä µg/l	< 400	400–600	600–1500	> 1500

#### 4 Kosteikko

Kosteikko on matala maa-alue, joka on suuren osan vuodesta veden peitossa. Kosteikkoon istutetaan vesi- ja kosteikkokasveja, jotka voivat kosteikkoon laskevia typpi- ja fosforiyhdisteistä. On tutkittu, että kosteikot voivat auttaa vähentämään järvien ja merien rehevöitymistä. Ruotsissa Mistra EviEM on tutkinut paljon kosteikkojen vaikutuksia. Mistra EviEM on neuvosto, joka kartoittaa ja tutkii ympäristöasioita Ruotsin ympäristöpolitiikan päätöksenteon perustaksi. On tutkittu, että kosteikko puhdistaa keskimäärin 40 % siihen syötetystä typestä ja fosforista, eli noin 930 kg typpeä/ha/vuosi ja 12 kg fosforia/ha/vuosi. Myös kiintoaineen pääsy vesistöihin estyy, kun kosteikon pohjaan rakennetaan ”kynnyksiä”, joihin sedimentti kerääntyy. Kosteikon pohjaan rakennetaan uria, jotta vesi kiertää siinä mahdollisimman pitkän matkan (kuva 3). Kosteikko mitoitetaan sen läpi kulkevan veden ja sen sisältämän ravinnemäärän mukaan. Kosteikko toimii parhaiten, kun siihen tulevat ravinnemäärät ovat suuria ja virtausnopeus sopivan alhainen. Jos vesi virtaa liian nopeasti, ravinteet ja kiintoaineet saattavat kulkeutua kosteikon läpi. Kosteikot voivat säilöä suuria määriä vettä ja vähentää näin myös tulvien riskiä. [24; 25; 26.]

Kosteikon sijainnilla on todella tärkeä vaikutus kosteikon toimintaa. Kustannustehokkain kosteikko saadaan sijoittamalla se esimerkiksi maatalousalueelle tai jätevedenpuhdistamon viereen, jossa ravinnemäärät ovat suuria. Kosteikkoa ei kuitenkaan kannata rakentaa suoraan peltoalueelle, koska maaperä varastoi ravinteita runsaasti, ja pahimmassa tapauksessa kosteikon ulosvirtauksessa on korkeammat pitoisuudet kuin sisäänvirtauksessa. Ravinnepitoiseen maaperään rakentaessa kosteikko täytyy ”pinnoittaa” toisella maakerroksella, jotta ravinteet eivät pääse liukenemaan veteen. Kosteikkojen rakentaminen on vielä suhteellisen tuore ilmiö, eikä vielä ole luotettavaa näyttöä siitä säilyykö puhdistusteho pitkällä aikavälillä vai väheneekö sen ravinteiden käyttökyky. [26.]



Kuva 3. Kosteikko Han-Golfin vieressä. [19.]

Täktominpuron Täktominlahteen kuljettaman ravinnevaluman vähentämiseksi rakennettiin kosteikko vuonna 2010. Huomattiin kuitenkin, että kosteikon kapasiteetti ei riittänyt kaikkien läpikulkevien vesien käsittelyyn. Tästä syystä vuonna 2016 rakennettiin uusi kosteikko (kuva 3), jonka läpi kulkee nykyään myös golfkentän valumavedet. Kosteikkoihin on istutettu muun muassa osmankäämiä, pajua, lumpeen taimia, kurjenmiekkkaa, rentukkaa, kaislaa ja vesivehkaa. Istutettavat kasvit kerättiin kosteikon lähialueelta. Hoitotoimenpiteet, kuten lietteen poisto ja niittäminen, hoidetaan alueella talkootoimin. Vuonna 2017 tehtyjen vesianalyyysien mukaan kosteikot sitovat jo ravinteita, vaikka uudemman kosteikon kasvusto on vielä vasta nousemassa. [17; 18.]

## 5 Ympäristökartoitus

Ympäristökartoitus tehtiin yhdessä kenttämestari Tauno Lahtisen kanssa pääasiassa näytteenottojen yhteydessä 15.12.2017 ja 4.1.2018. Pää tavoitteena oli saada kartoitettua kentän perustiedot, jotta kentän ympäristöjärjestelmän käyttöönotto saadaan hyvin alkuun. Valitut aihealueet noudattavat suurimmaksi osin GEO-järjestelmään vaadittuja perustietoja. Perustietoihin kuuluu mm. alueen kuvaus, henkilöstön osaaminen ja hyvinvointi, energiankulutus sekä jätehuolto. Lisäksi isona osa-alueena on kentän hoitoon liittyvät asiat, kuten lannoitteiden ja vedenkulutus, käytetyt laitteet sekä ilmastukset. Sisältö muokkautui sen mukaan, mitä tietoja oli saatavilla kartoitushetkellä ja mitkä aiheet tuntuivat oleellisimmilta projektin kannalta.

Kartoituksen yhteydessä mietittiin myös parannuskohteita yhdessä kenttämestarin kanssa. Esille nousi, että kentän hoidossa pyritään jatkuvaan parantamiseen jo ennestään, mutta tämän projektin ja ympäristöjärjestelmän myötä saadaan rakennettua kehitykselle selkeämmät suuntaviivat. Projektissa kysyttiin myös neuvoa Hill Side Golf & Country Clubin kenttämestari Tommi Turusen kanssa. Hill Side on Vihdissä toimiva golfklubi, johon kuuluu kaksi 18-reikäistä golfkenttää, sekä 5-reikäinen harjoittelukenttä. Hill Side Golf & Country Clubilla on ollut käytössä GEO-ympäristöjärjestelmä jo useamman vuoden ja yritykselle on myönnetty myös GEO-ympäristösertifikaatti. Kenttämestari suosittelee GEO-järjestelmän käyttöönottoa ja kertoi laajasti, kuinka kentän toimintaa on kehitetty. Suuri osa parannusehdotuksista on kirjattu ympäristökartoitukseen. Kaikkia ehdotuksia ei ole tarkoitus ottaa heti käyttöön, vaan valita ehdotuksista oleellisimmat ja alkaa pikkuhiljaa toteuttaa niitä. Tärkeintä Hill Side vierailussa oli se, että päästiin näkemään toisen kentän toimintaa ja kartoittamaan, millaisella tasolla ympäristönsuojelu on GEO-sertifioidulla kentällä.

### 5.1 Kentän rakenne

Tontti on vuokralla Hangon kaupungilta ja on 56 ha:n suuruinen. Pinta-alasta viheriötä on 1,4 ha, viheriön kummut 1 ha, lyöntipaikat 1 ha, väylät 11 ha, karheikot 20 ha, range 1 ha ja loput 20,6 ha metsää. Tontti on melko tasainen ja siinä on pääosin silttipohja. Muutamalla väylällä myös savipohjaa. Kenttä on salaojitettu, jotta vettä ei pääse kertymään kentälle. Tontin kummut ja lammet on rakennettu, kun kenttä perustettiin. Lammita kaivettua hiekkaa on käytetty kumpujen rakentamiseen, joten kaikki materiaali on

tontilta. Runsassateisina aikoina väylällä 17 esiintyy toisinaan lievää eroosiota, mutta muualla kentällä ei. Kentän suunnittelusta ja kehityksestä vastaa golfkentän arkkitehti. [27.]

## 5.2 Veden kulutus

Talousvesi tulee kunnan vesijohtoverkosta ja sitä kului 248 m<sup>3</sup> vuonna 2017. Suurin osa vesijohtovedestä menee talouskäyttöön, mutta arviolta 1,5 m<sup>3</sup> käytetään koneiden pesuun ja kentänhoitoon. Talousvettä käytetään huoltorakennuksissa ja klubitalolla. Jätevedet johdetaan kunnan jätevedenpuhdistukseen. [27.]

Kenttää kastellaan lampien vedellä, jolloin sama vesi kiertää kentällä pitkään. Tarvittaessa lisävettä pumpataan porakaivosta. Kentän kastelu toteutetaan tietokoneohjelmoiduilla sadettimilla, joita on keskimäärin 4 joka viheriöllä eli yhteensä kentällä on n. 350 sadetinta. Kasteluntarve arvioidaan aina tilanteen mukaan. Kentän vettä käytetään myös kentällä sijaitsevassa ulkovessassa. Kentältä vedet laskevat valtaojan kautta kosteikolle. [27.]

Kentän kastelu saataisiin optimoitua kosteusmittauksilla. Kentän kastelumäärät ja ajankohdat saataisiin täsmällisemmiksi, jolloin myös yli- ja alikastelun mahdollisuus pienee. Alussa voitaisiin ottaa käyttöön käsikäyttöinen kosteusmittari, jolla säännöllisesti mittaamalla saataisiin kartoitettua miten kosteuspitoisuudet vaihtelevat kentällä. Pidemmällä tähtäimellä voitaisiin harkita myös automatisoituja kosteusantureita, jotka asennetaan maahan eri puolille kenttää. Anturien antamaa mittausdataa voi seurata reaaliajassa tietokoneohjelmalla. Kosteusmittauksilla voidaan saada vähennettyä kasteluun käytetyn veden määrää huomattavasti. [28.]

## 5.3 Jätehuolto

Kentällä on sekajätteelle keräysastia, joka kuuluu jätehuollon piiriin. Erikseen kerätään myös metallit, puu ja akut, jotka kuljetetaan sortiasemalle omatoimisesti. Myös pullot ja pahvit kerätään erikseen. Klubitalon ravintolassa syntyy jonkin verran biojätettä, mutta yrityksellä ei ole biojäteastiaa. Harkinnassa on oman kompostin hankinta, koska kompostoitua multaa voidaan käyttää ulkoalueiden hoidossa. Leikkuujätettä ei kerätä talteen



vaan se levitetään esimerkiksi metsäalueilla maatumaan. Öljy säilytetään turvaluokitellussa kontissa, jotta öljyä ei pääse pohjaveteen. Jäteöljy säilytetään IBC-kontissa, jonka tilavuus on 1000 l. Ekokem tyhjentää jäteöljytynnyrin 2–3 vuoden välein. Kaikesta ongelmajätteenhävityksestä täytyy pitää kirjaa, eli hävityspäivät ja -määrät tulee kirjata tarkasti ylös. [27.]

#### 5.4 Laitteet

Kentän huoltoon käytettäviä työkoneita on 10. Lisäksi kentällä on käytössä 4 työautoa, yksi traktori ja 10 lisälaitetta. Pelaajilla on käytössään 4 sähköllä toimivaa golfautoa ja 2 bensiiniautoa. Ensisijaisesti pelaajat käyttävät sähköautoja. Lisäksi vuonna 2018 kentälle on hankittu uusi hiekoituskone. Leikkurit toimitetaan maahantuojalle huoltoon. [27.]

#### 5.5 Energiankulutus

##### 5.5.1 Polttoaineet

Leikkureissa käytetään polttoöljyä, jonka kulutus oli 5409 litraa vuonna 2017. Tavaran-toimitukseen käytetyssä pickupautossa käytetään diesel-polttoainetta. Bensiiniä kului 722 l vuonna 2017 ja dieseliä 275 l. [27.]

##### 5.5.2 Sähkö

Klubitalon lämmitys toteutetaan lattialämmityksellä ja lämpöpumpulla. Ilmanvaihto hoidetaan ilmastointilaitteella. Myös huoltorakennuksessa on lämpöpumppu. Kaikista rakennuksista sammutetaan valot öisin ja muina hetkinä, kun ketään ei ole paikalla, poikkeuksena klubitalon terassin ympärillä olevat valot. Valaistuksessa käytetään pääasiassa neonputkia ja joitakin hehkulamppuja on vielä jäljellä. Vuonna 2017 sähkön kulutus oli 89 833 kWh. Sähkö ostetaan Helen Oy:ltä. [27.]

Han-Golf pyrkii ostamaan uusiutuvilla energialähteillä tuotettua sähköä. Tarkoituksena on vaihtaa lamppuja energiansäästölamppuihin sitä mukaa, kun vanhat lamput palavat loppuun. Tulevaisuudessa olisi myös hyvä harkita ympäristöystävällisempää energiantuotantoa, kuten aurinkopaneeleita. Normaalisti energiankulutus on suurempaa talvella

kun lämmitykseen tarvitaan energiaa, mutta golfkentillä tilanne on päinvastainen ja eniten energiaa kuluu kesällä. Tästä syystä aurinkopaneelit olisivat varsin kannattava investointi, koska myös auringonvalo on runsaimmillaan kesäisin. [27; 28.]

## 5.6 Kentän hoito

Kaikki kentänhoito kirjataan hoitopäiväkirjaan.

### 5.6.1 Nurmen leikkaus

Nurmen leikkaustiheys ja leikkauspituus vaihtelee alueittain. Viheriöllä nurmi pidetään lyhyempänä, joten sitä joudutaan myös leikkaamaan useammin. Leikkaustiedot on kirjattu taulukkoon 2. Nurmilajeina käytetään natan eri lajikkeita. [27.]

Taulukko 2. Nurmen leikkaus [27.]

Alue	Leikkaus (kerta/viikko)	Leikkauspituus (mm)
Viheriöt	3–4	4
Esiviheriöt	3	11
Viheriökummut	2	45
Lyöntipaikat	3	11
Väylät	3	16
Väylänreunat	2	45
Karheikot	1	63

### 5.6.2 Ilmastukset

Kentän pintaan kertyy ajan myötä leikkuujätettä ja maapinta tiivistyy pelaajien, sekä hoitokoneiden painosta. Kun viheriön pinta on liian tiivis, happi, vesi ja ravinteet eivät pääse imeytymään maakerroksen läpi nurmen juurille. Tästä syystä ilmastus on tärkeä osa kentän hoitoa ja sitä tehdään useilla eri menetelmillä. Kentän syväilmastus tehdään kerran vuodessa. Syväilmastuksessa maanpintaan tehdään mekaanisesti reikiä 25 cm:n syvyyteen. Kevytilmastus tehdään 2–3 kertaa kaudessa, ja reiät tehdään 15 cm:n syvyyteen.

Lisäksi kerran vuodessa tehdään holkitus, jossa holkeilla poistetaan maa-ainesta 5 cm:n syvyyteen asti ja syntynyt reikä täytetään hiekalla. Lisäksi viheriöitä pystyleikataan noin 2 kertaa vuodessa 5 mm:n syvyyteen. Pystyleikkuun tarkoituksena on nostaa nurmi pystyyn. Samalla myös poistetaan ylimääräistä ruohoa. Pystyleikkuuta tehdään usein ennen hiekoituksia, jotta hiekka vajoaa paremmin maanpintaan. [27; 29; 30.]

### 5.6.3 Hiekoitus

Kentille levitetään hiekkaa eli kenttä ”dressataan”, jotta kentän pinta pysyy tasaisempana. ”Dressaus” myös suojaa nurmea kulutukselta ja pitää maanpinnan ilmavana, jolloin vesi ja ravinteet imeytyvät paremmin. Hiekka on tasalaatuista, ja hiekanjyvät ovat tietyn kokoisia. Dressaushiekkaa levitettiin viheriöille 90 tonnia vuonna 2017. Vuonna 2018 hiekan määrää on tarkoitus lisätä ja sitä on tilattu 350 tonnia. Hiekoitusta tehdään aina tarpeen mukaan 2–3 viikon välein. Lyöntipaikkoja kunnostetaan käsin laittamalla niihin hiekkaa ja siemeniä. Hiekkaesteitä kunnostetaan kaksi kertaa viikossa. [27; 31.]

### 5.6.4 Lannoitus

Kentänhoitoon kuuluu tärkeänä osana lannoitus. Tavoitteena on, että nurmi pysyy terveenä, mutta se ei saa kuitenkaan kasvaa liian nopeasti. Liian nopea kasvu vaikeuttaa kentänhoitoa huomattavasti, kun nurmea on leikattava useammin. Pelaamisen kannalta varsinkin viheriöillä nurmen tulee olla lyhyt (4 mm) ja tasainen. Nurmilaji ja maaperä vaikuttavat lannoitteiden valintaan. Maaperä sisältää itsessään ravinteita, joiden määrä vaihtelee alueittain [5.]

Han-Golfilla käytettiin vuonna 2017 lannoituksessa yhteensä 457 kg typpeä ja 29 kg fosforia. Väylät ja tiipaikat lannoitetaan rakeisella lannoitteella ja viheriöt nestemäisellä. Väylät lannoitetaan kerran vuodessa, lyöntipaikat 2 kertaa vuodessa ja viheriöt 2–3 viikon välein. Taulukosta 3 voidaan huomata, että Han-Golf käyttää lannoitteita todella pieniä määriä verrattuna Golfliiton antamiin suosituksiin. Lampien ympärille jätetään neljän metrin suojavyöhyke, jota ei lannoiteta. Tällä pyritään estämään lannoitteiden valumista veteen. Suojavyöhykkeitä voitaisiin tehostaa istuttamalla niihin tehokkaasti ravinteita

kuluttavaa kasvillisuutta. Nurmen kuntoa ylläpidetään myös glysiinibetaiinilla. Se auttaa kasvisoluja kestämään paremmin osmoottista stressiä, kuivuutta, kylmyyttä sekä kuumuutta. Kentällä käytetään myös kostutus ja kuivatusaineita. [27.]

Taulukko 3. Golfliiton lannoitussuositukset ja Han-Golfin käyttämät lannoitemäärät (kg/ha/vuosi). [5, s. 56.]

Alue	Golfliiton suositus		Han-Golfin lannoitemäärät vuonna 2017	
	Typpi	Fosfori	Typpi	Fosfori
Viheriöt	100–220	20–50	87	17
Aloituslyöntipaikat	80–170	10–40	65	4
Väylät	40–80	10–30	25	0,1
Karheikot	20	10	0	0

On tärkeää, että golfkenttää perustaessa ja mieluiten myös tietyn aikavälein tehdään maaperän ravinneanalyysi. Ravinneanalyysillä voitaisiin optimoida käytettyjen lannoitteiden määrää entisestään ja kohdentaa lannoitusta tarkemmin niitä tarvitseville alueille, koska ravinnepitoisuudet voivat vaihdella myös kentän sisäisesti. Saatuja tuloksia voidaan verrata mlsn:ään (minimum levels for sustainable nutrition). Mlsn kertoo minimiravinmäärän, jonka nurmi tarvitsee kasvaakseen terveenä. [28; 32.]

#### 5.6.5 Torjunta-aineet

Tilt torjunta-ainetta käytetään 1–2 litraa vuodessa kasvitautien torjuntaan. Torjunta-aineen tehoaineena on propikonatsoli. Propikonatsoli on todella haitallista vesieliöille, joten vesistöihin rajoittuvilla alueilla ruiskutettaessa on jätettävä vesieliöiden suojelemiseksi 3 metrin suojaetäisyys vesistöihin. Suomen golfkentillä torjunta-aineiden käyttö on vähäistä, ja golfkentät ovat anoneet Tukesilta (turvallisuus- ja kemikaalivirasto) vähäisen käytön erikoislupaa. [27; 28; 33.]

## 5.7 Henkilöstö ja turvallisuus

Kaikki työntekijät on koulutettu hyvin omiin työtehtäviinsä. Yhdellä työntekijöistä on kentänhoitajan koulutus ja yhdellä kenttämestarin koulutus. Osaamista pidetään yllä tutustumalla uusiin menetelmiin itsenäisesti, ja toisinaan eri tuotetoimittajat järjestävät luentoja, joille työntekijät voivat halutessaan osallistua. Myrkyllisten torjunta-aineiden käsittelyyn on suoritettu erillinen koulutus, ja torjunta-aineita käsitellessä huolehditaan aina työntekijän turvallisuudesta. Han-Golf tarjoaa työntekijöilleen työterveyshuollon. [27.]

## 6 Vesianalyysit

### 6.1 Näytteenotto

Ensimmäinen näytteenotto toteutettiin 15.12.2017 kenttämestari Tauno Lahtisen avustuksella. Näytteet otettiin viidestä kohtaa golfkentältä ja sen lähimaastosta. Näytteenottopaikoiksi valittiin kentällä olevia lampia. Tavoitteena oli selvittää, vaihteleeko ravinnejäämät kentän sisäisesti. Lisäksi otettiin näyte kentälle tulevasta kasteluvedestä, jotta voitiin arvioida tarkemmin kentältä tuleva valuma. Haluttiin myös verrata lähialueelta aiheutumaa valumaa verrattuna kentän tuloksiin, joten otettiin näyte myös kentän ohi kulkevasta valtaojasta, ennen kuin se ohittaa kentän. Näytteenottopaikat numeroitiin 1–5 taulukon 4 mukaisesti. Näytteenottopaikat on merkitty numeroilla liitteessä 1 olevaan karttaan. Jokaisesta näytteenottopaikasta otettiin kaksi vesinäytettä, joista toinen kestävästi. Käsittelemättömissä näytteissä käytettiin näyteastioina lasipulloja, jotka pestiin erityispuhtaalla vedellä ennen näytteenottoa. Lasipullot täytettiin näytteenotossa ääriään myöten, jottei ilmasta pääse liukenemaan happea näytteeseen. Kestävöidyissä näytteissä käytettiin näyteastioina polyeteenipulloja, jotka pestiin erityispuhtaalla vedellä ja huuhdeltiin 2 mol/l suolahapolla (HCl) ennen näytteenottoa. Kestävöinti tehtiin 4 mol/l rikkihapolla (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), ja sitä laitettiin 1 ml 100 ml:aan näytettä. Kestävöinti pidentää vesinäytteen säilyvyyttä yhdestä päivästä viikkoon. Vesianalyysien tekoon kuluu useampi päivä, joten pidempi säilyvyys on tärkeää. Käsittelemättömistä näytteistä mitattiin pH, johtokyky ja happi. Kestävöityjä näytteitä käytettiin nitraatti- ja fosforimittauksissa. [34, s. 14–29.]

Ensimmäiset fosforianalyysit eivät onnistuneet suunnitellusti, koska määrittämisessä oli tarkoitus käyttää MP-AES-menetelmää, joka ei toiminutkaan luotettavasti alhaisten pitoisuuksien määrittämisessä. Tästä syystä näytteet kerkesivät vanhentua ja jouduttiin suorittamaan toinen näytteenotto 4.1.2018. Toisella näytteenotokerralla otettiin ainoastaan yhden näytepullot jokaisesta kohteesta, koska fosforianalyysiin tarvittiin ainoastaan kestäväidyt näytteet.

Kolmas näytteenotto suoritettiin 13.3.2018. Näytteet otettiin jälleen viidestä eri paikasta, mutta tulovesipumpunnäytteen sijaan otettiin näyte valtaojan lopusta. Näytteenottoa vaihdettiin, koska haluttiin nähdä, kuinka paljon tulokset muuttuvat valtaojan varrella. Osa näytteenottoaikoista oli jäässä, joten osa näytteistä jouduttiin ottamaan eri kohdasta, kuin aikaisemmillä näytteenotokertoilla. Joissakin lammissa jouduttiin myös käyttämään jääkairaa. Jokaisella näytteenotokerralla näytteet otettiin aamulla yhdeksän aikaan. Kaikkien analyysien tarkat lukuarvot ja rinnakkaiset mittaustulokset ovat liitteessä 2.

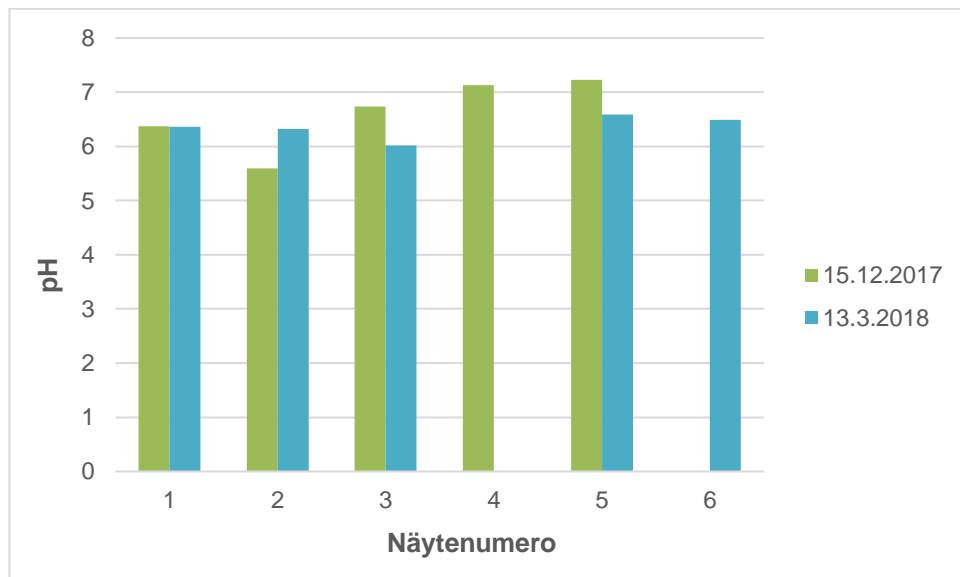
Taulukko 4. Näytteenottoaikat

Näytteen numero	Näytteenottoaika
1	Ensimmäisen väylän lampi
2	Golfkentän vierestä kulkeva valtaoja, alku
3	Väylien 13 ja 14 lampi
4	Tulovesipumppu
5	Väylän 17 lampi
6	Valtaoja, kosteikon jälkeen

## 6.2 Analysointi ja tulokset

### 6.2.1 pH

Näytteiden pH mitattiin Eutech PC 2700 -mittarilla. Ennen mittausta näytteet lämmitettiin vesihauteessa 25 °C:n lämpötilaan, jotta tulokset ovat paremmin vertailukelpoisia keskenään. Mittaustulokset on esitetty kuvassa 4.

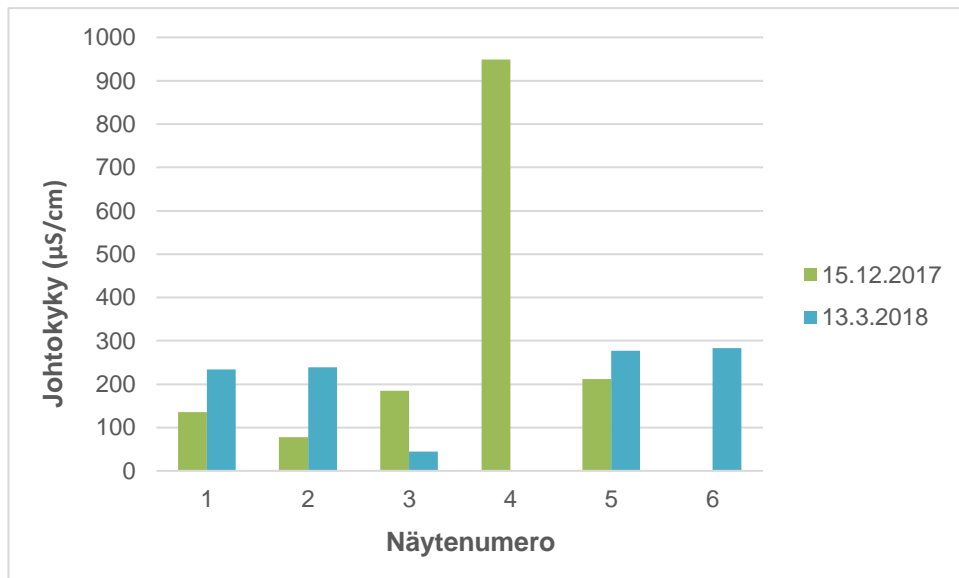


Kuva 4. pH-mittausten tulokset

Veden normaali pH on 7 eli neutraali. Useimmiten Suomen luonnonvesissä pH on hie- man hapan eli 6,5 - 6,8. Kun pH on 6,0 - 8,0, pystyy vesieliöstö sopeutumaan vesistöön. Valtaojassa (näyte 2) kulkeva vesi on selvästi hapanta. Happamuus saattaa johtua luon- nosta veteen liukenevista yhdisteistä, kuten maaperän suoloista, orgaanisista hapoista ja hiilidioksidista. On myös mahdollista, että ihmisen toiminnalla on vaikutusta veden happamuuteen. Esimerkiksi teollisuuden päästöt, kuten typen ja rikin oksidit, saattavat happamoittaa vesiä. [23; 35, s. 12–13.]

### 6.2.2 Sähkönjohtavuus

Näytteiden sähkönjohtokyky mitattiin Eutech PC 2700 -mittarilla. Ennen mittausta näyt- teet lämmitettiin vesihauteessa 25 °C:n lämpötilaan, jotta tulokset ovat paremmin vertai- lukelpoisia keskenään. Mittaustulokset on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Johtokykymittausten tulokset

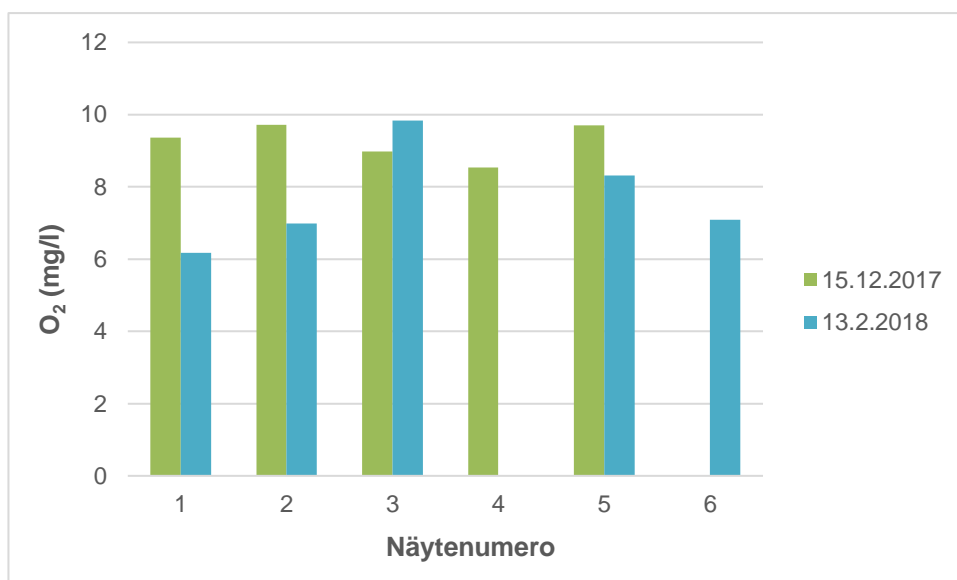
Sähkönjohtavuus kertoo veteen liuenneiden suolojen määrästä. Suurimassa osassa näytteitä sähkönjohtavuudet olivat hieman koholla. Sisävesissä sähkönjohtavuuden arvo on normaalisti 50–100 µS/cm. Suolojen määrä saattaa lisääntyä mm. lannoitteista ja jätevesistä. Voimakkaasti viljelyillä alueilla jokivesien arvot vaihtelevat useimmiten 150 ja 200 µS/cm välillä ja jätevesissä arvot voivat kasvaa jopa 1000 µS/cm:iin. Tulovesipumpulta otetussa näytteessä johtokyky on todella korkea, mikä saattaa johtua esimerkiksi pumpusta ja putkistosta liuenneista metallisuoloista. Pumpun väliotto on ollut käyttämättömänä pitkään, joten putkessa seissyt vesi on voinut liuottaa hieman metallia tai putkessa olevia suolakerrostomia. [23; 35, s. 10.]

Tuloksista nähdään, että sähkönjohtavuus on kohonnut näytteissä 1, 2 ja 5 talven edessä. Tähän saattaa vaikuttaa lannoitevaluman lisääntyminen sateisen talven myötä. Kuvasta 6 voidaan nähdä, että samoissa näytteissä happipitoisuus on laskenut. Happipitoisuuden laskiessa orgaaninen aines alkaa hajota, jolloin sähkönjohtavuus nousee.

### 6.2.3 Happi

Näytteiden happipitoisuus mitattiin Hach HQ40D -mittarilla. Ennen mittausta näytteet lämmitettiin vesihauteessa 25 °C:n lämpötilaan, jotta tulokset ovat paremmin vertailukelpoisia keskenään. Mittaustulokset on esitetty kuvassa 6.





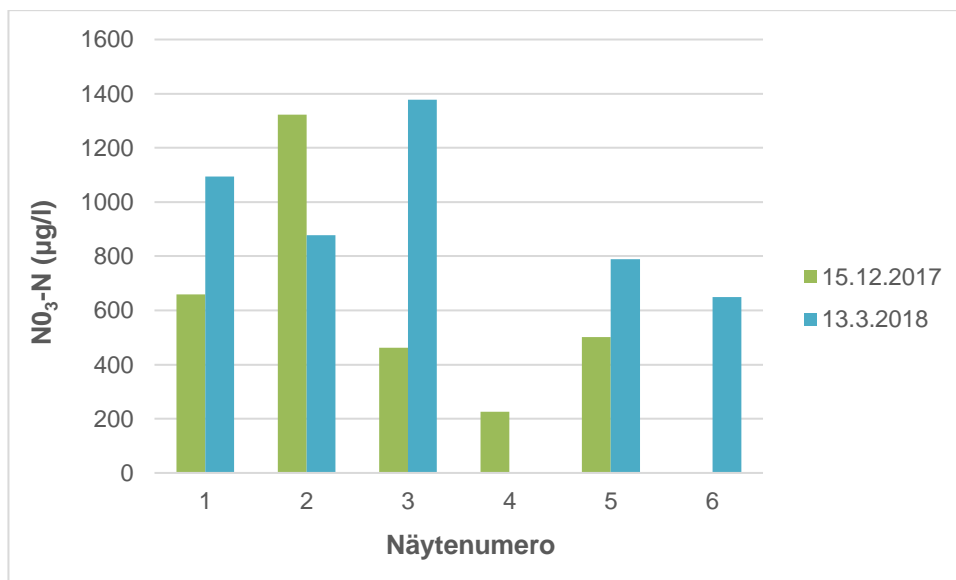
Kuva 6. Happimittausten tulokset

Veteen liunneen hapen määrä on riippuvainen veden lämpötilasta. 25 °C:n lämpötilassa puhtaaseen veteen liukenee 8,1 mg happea litraa kohti. Happea liukenee veteen pääasiassa ilmakehästä, mutta hapen määrää nostaa myös vesikasvien yhteyttäminen ja runsashappiset sulamisvedet. Pintaveden happipitoisuudet muuttuvat paljon vuorokauden aikana, varsinkin rehevöityneissä vesissä, joissa on leväkasvustoa. Yhteyttämiseen tarvitaan auringonvalo, joten se tapahtuu valoisaan aikaan ja siitä vapautunut happi liukenee veteen. Pimeään aikaan happipitoisuus laskee, kun levät hengittävät ja kuluttavat happea. Alentuneet happipitoisuudet kertovat, että vesi on saasteista. Talvisin vesistöjen happipitoisuus laskee, koska yhteyttämistä ei tapahdu, jääpeite häiritsee hapen imeytymistä ilmasta eikä pakkasilla aiheudu myöskään valumaa. [36, s. 20–23.]

Aikaisemmin otetuissa näytteissä happipitoisuudet ovat koholla kaikissa näytteissä. Tämä saattaa johtua runsassateisesta alkutalvesta, jolloin myös valumavesien määrä oli suuri. On myös mahdollista, että vedet ovat lievästi rehevöityneet. Näytteissä 1, 2 ja 5 happipitoisuudet ovat selvästi laskeneet, mikä oli odotettavissa, koska valumaa ei juuri-kaan ole ja lammet ovat jäätyneet. Näytteessä 3 happipitoisuus on hieman noussut. Tämä saattaa tarkoittaa, että happea on päässyt liukenemaan näytteeseen ennen analysointia tai lampeen on liunnut happea jostain tuntemattomasta lähteestä.

#### 6.2.4 Nitraattityppi

Näytteiden nitraattipitoisuus mitattiin Hach-Lange DR3900 VIS -spektrofotometrillä. Analyysissä käytettiin Hach-Lange LCK 339 mittauskvyettejä ja näyte käsiteltiin ohjeen [37] mukaan. Ohjeiden mukaan pipetoitiin myös nollanäyte, käyttäen erityispuhdasta vettä. Nollanäytteen tulos vähennettiin näytteiden analyysituloksista. Mittaustulokset on esitetty kuvassa 7.

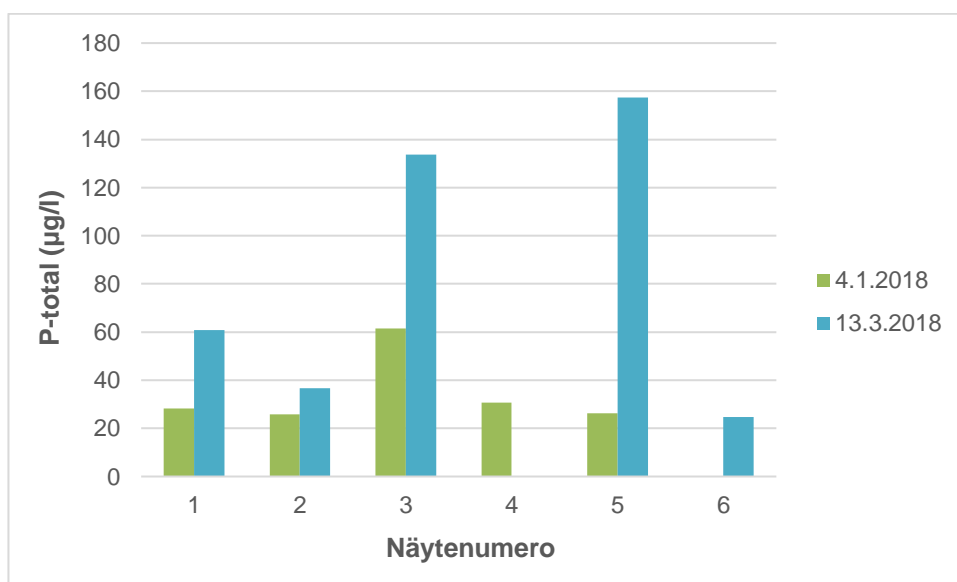


Kuva 7. Nitraattityypen mittaustulokset

Happea sisältävissä luonnonvesissä suurin osa tyypestä esiintyy nitraattina, varsinkin kesän ulkopuolella. Tästä syystä nitraattityypen määrä on lähes sama kuin kokonaistyyppen määrä. Nitraattityypen määrä otetuissa näytteissä vaihtelee suuresti. Lähtövesipumpulta otetussa näytteessä (näyte 4) oli selvästi matalin pitoisuus, mutta kuitenkin voidaan huomata, että jo kentälle tullessaan vedessä on hieman tyypeä. Tyyppien määrä nousee normaalisti talviaikaan, koska kasvit eivät ole kuluttamassa tyypeä. Tämä voidaan huomata selvästi kaikissa kentän lammissa (näytteet 1, 3 ja 5). Väylien 13 ja 14 lammissa pitoisuus on yli kaksinkertaistunut. Lampien ja valtaojan pitoisuudet ovat varsinkin talvella niin korkeat, että vedet voidaan luokitella selvästi rehevöityneiksi (taulukko 1). Noussut tyyppipitoisuus saattaa aiheutua esimerkiksi lannoituksesta. [23; 35, s. 19–20.]

### 6.2.5 Fosfori

Näytteiden kokonaisfosforipitoisuus mitattiin Hach-Lange DR3900 VIS -spektrofotometrillä. Analyysissä käytettiin Hach-Lange LCK 349 -mittauskyvettejä ja LCS 349 -menetelmää, joka on tarkoitettu matalille fosforipitoisuuksille. Näyte käsiteltiin ohjeen [38] mukaan. Ohjeiden mukaan pipetoitiin myös nollanäyte, käyttäen erityispuhdasta vettä. Analyysaattori vähensi nollanäytteen tuloksen automaattisesti näytteiden analyysituloksista. Mittaustulokset on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Kokonaisfosforipitoisuudet

Kokonaisfosforin määrä on kaikissa näytteissä korkea, mikä voisi viitata siihen, että fosforia liukenee jonkin verran maaperästä. Näytteissä 3 ja 5 pitoisuudet nousivat talven aikana todella huolestuttaviin lukemiin ja vastaavat erittäin rehevöityneen vesistön pitoisuuksia (taulukko 1). Tämä saattaa osittain selittyä sillä, että näytteissä oli hieman enemmän sakkaa kuin ensimmäisissä näytteissä, koska näytteenotossa jouduttiin käyttämään jääkairaa, jolloin lammen pohjalla olevat kiintoaineet nousivat hetkellisesti pintaan. Tulosten perusteella voidaan kuitenkin päätellä, että pienistä fosforilannoitemääristä huolimatta kentältä aiheutuu valumaa. On tärkeää, että fosforipitoisuuksia seurataan ja että valumaa pyritään estämään vielä entistäkin tehokkaammin. [23.]

### 6.3 Tulosten luotettavuuden arviointi

Fosfori- ja nitraattikyvettien työohjeissa suositeltiin käyttämään kyvettejä ainoastaan, jos näytteen pH on tietyllä alueella. Fosforianalyysissä suositeltu pH-alue on 2–10 ja nitraattianalyysissä 3–10. Kestävöityjen näytteiden pH oli kuitenkin alle 2, joten mittausten yhteydessä testattiin muutamalla arvotulla näytteellä, eroavatko kestäväidyn ja kestäväi-mättömän näytteen tulokset huomattavasti toisistaan. Tulokset on esitetty liitteessä 3, ja niistä huomataan, että pH:n vaikutus ei ollut huomattava ja tuloksia voidaan pitää tältä osin luotettavina. [37; 38.]

Virhettä pH-, sähkönjohtokyky- ja happimittauksiin saattoi syntyä, kun analyysit suoritettiin vasta tunteja näytteenoton jälkeen. Kyseisiä analyysejä tehdessä on suositeltavaa, että ne suoritettaisiin paikanpäällä, ettei näytteeseen pääse liukenemaan ilmaa tai muita mittausta häiritseviä alkuaineita tai yhdisteitä.

Merkittävin tulosten laatuun vaikuttava asia on näytteenotto. Jokainen näytteenotto pitäisi toteuttaa tarkasti samalla tavalla. Etenkin viimeisessä näytteenotossa olosuhteet olivat haastavat ja näytteenotto ei toteutunut täysin samoin kuin aikaisemmin. Suurena erona oli, että joidenkin näytteiden kohdalla jouduttiin käyttämään jääkairaa, jolloin pintaveteen sekoittui hetkellisesti pohjan sedimenttiä. Kaikki näytteet otettiin lampien rannasta, jolloin rannan pohjassa olevaa kiintoainetta saattoi sekoittua näytteeseen, ja sen määrä on saattanut vaihdella näytteenottokertojen välillä.

Nitraattityppi- ja fosforimittauksissa käytettiin valmista kittiä, minkä takia rinnakkaisia määrittäyksiä pystyttiin tekemään rajallinen määrä. Yleisesti rinnakkaisia tuloksia täytyisi olla ainakin kolme, jotta tulosta voitaisiin pitää täysin luotettavana. Joidenkin näytteiden kohdalla tehtiin kolme mittausta, koska kahden rinnakkaisen tuloksen välillä oli niin suuri ero. Ylimääräisellä analyysillä voitiin varmistaa, kumpi rinnakkaisista tuloksista oli virheellinen.

## 7 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli käynnistää Han-Golfin ympäristöprojekti kartoittamalla golfkentän toimintaa ja sen vaikutuksia ympäristölle. Lisäksi perehdyttiin GEO-ympäristöjärjestelmään ja avustettiin yritystä sen käyttöönotossa. Tärkeänä osana oli myös alustavat vesianalyysit, joilla haluttiin selvittää kentältä lähtevän ravinnevaluman määrää. Kaikki asetetut tavoitteet saavutettiin ja yhteistyö yrityksen kanssa sujui moitteettomasti.

Kartoituksessa huomattiin, että ympäristöasioita on mietitty Han-Golfilla jo melko pitkälle ja varsinkin lannoitemäärät ovat selvästi alhaisemmat kuin Golfliiton suosituksissa. Myös energian- ja vedenkulutusta on pyritty vähentämään. Löytyi myös joitakin kehityskohteita, joihin kannattaisi keskittyä jo lähitulevaisuudessa. Esimerkiksi dokumentointia olisi hyvä yhtenäistää ja tarkentaa. Dokumentointi tarkentuu tulevaisuudessa automaattisesti, kun aletaan toteuttaa GEO-ympäristöjärjestelmää. Kartoituksen yhteydessä käytiin myös läpi, mitä parannuksia kenttä voisi toteuttaa tulevaisuudessa. Han-Golfilla on tavoitteena tulevaisuudessa hakea GEO-sertifikaattia. Ennen ensimmäistä auditointia Han-Golfin täytyy täyttää GEO-järjestelmään kaikki kentän perustiedot, jotka on suurimmaksi osaksi kartoitettu tässä insinööriyössä. Lisäksi kentällä pitää tehdä luonto- ja maisemaselvitys. Yrityksen täytyy ottaa ympäristöasiat osaksi kaikkea toimintaansa. [9.]

Vesianalyyseissä huomattiin, että nitraattityppi- ja fosforipitoisuudet olivat huolestuttavan korkeita, vaikka käytetyt lannoitemäärät ovat kentällä vähäisiä. Kentän lammet ovat pieniä ja vesi vaihtuu niissä melko hitaasti. Tämä voi osittain selittää kohonneita pitoisuuksia. Vesien kuntoa täytyy kuitenkin kartoittaa tarkemmin ja analysoida esimerkiksi typen eri yhdisteistä myös nitriitti ja ammonium, jolloin saadaan laajempi kuva veden kunnosta. Myös fosforianalyysijä täytyy tehdä lisää, jotta saadaan selville fosforin lähde, koska voi olla, että pohjan sedimentteihin on sitoutunut suuret määrät fosforia. Korkeat pitoisuudet aiheuttavat myös huolta siitä, aiheutuuko samanlaista valumaa myös torjunta-aineista, mikä on vesistöön joutuessaan todella haitallista vesieläöille. Tästä syystä olisi hyvä mitata myös propikonatsolipitoisuudet kentän vesistä.

## Lähteet

- 1 Adler, Ben. 2007. The case against golf. Verkkoaineisto. <<https://www.theguardian.com/commentisfree/2007/jun/14/thecaseagainstgolf>> 14.6.2007. Luettu 14.2.2018.
- 2 Shields, Rachel. 2010. <It's greener shade of green: Britain's first organic golf course. Verkkoaineisto. <http://www.independent.co.uk/environment/green-living/its-a-greener-shade-of-green-britains-first-organic-golf-course-2064801.html>> 28.8.2010. Luettu 14.2.2018
- 3 Keronen, Jouni. 2017. Ympäristöneuvonantaja. Golfin superviikonloppu, Helsinki. Kohti hiilineutraalia golfia -luento 25.11.2017.
- 4 SFS-EN ISO 14001. Ympäristöjärjestelmät. 2015. Vaatimukset ja niiden soveltamisohjeita. Suomen standardisoimisliitto, Helsinki.
- 5 Laukkanen, Kristiina; Saarinen, Osmo & Walden, Harri. 2009. Golfkentän ympäristökäsikirja. Suomen Golfliitto.
- 6 GEO Foundation. Verkkoaineisto. GEO-organisaatio. <<https://www.golfenvironment.org/about/geo>> Luettu 30.1.2018.
- 7 Directory. Verkkoaineisto. GEO-organisaatio. <[http://www.golfenvironment.org/directory/?ca\\_province=&category=certified&country=Finland&gb\\_country=&us\\_state=](http://www.golfenvironment.org/directory/?ca_province=&category=certified&country=Finland&gb_country=&us_state=)> Luettu 6.3.2018.
- 8 Kenttälista. Verkkoaineisto. Golfpiste. <<https://golfpiste.com/kenttalista/>> Luettu 6.3.2018.
- 9 Mattila, Kari. 2018. Akkreditoitu sertifioija, GEO-organisaatio, Helsinki. Haastattelu 5.4.2018.
- 10 On Course User Guide. Verkkoaineisto. GEO-organisaatio. <[https://geton-course.golf/\\_/dist/data/OnCourseUserGuide2017.pdf](https://geton-course.golf/_/dist/data/OnCourseUserGuide2017.pdf)> Luettu 30.1.2018.
- 11 Tunnista fosforin puutosoireet kasvustosta-fosfori ravinteena. 2009. Verkkoaineisto. Farmit. <<https://www.farmit.net/kasvinviljely/2009/03/26/tunnista-fosforin-puutosoireet-kasvustosta-fosfori-ravinteena>> 26.3.2009. Luettu 7.2.2018.
- 12 Raskasmetalli- ja typpilaskeuma Suomessa. 2013. Verkkoaineisto. Luonnonvarakeskus. <<http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/raskasmetalli/kartta-typpi.htm>> 16.10.2013. Luettu 7.2.2018.
- 13 Itämeren rehevöityminen. 2016. Verkkoaineisto. WWF. <<https://wwf.fi/alueet/itameri/rehevoityminen/>> 25.8.2016. Luettu 7.2.2018.

- 14 Ravinnekuormitus. Verkkoaineisto. Järki-hanke. <<https://www.jaraki.fi/fi/node/7>> Luettu 8.2.2018.
- 15 Itämeren rehevöitymisen torjunta kannattaa taloudellisesti. 2012. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <[http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiedotteet/Tiedotteet\\_2012/Itameren\\_rehevoitymisen\\_torjunta\\_kannatt\(1160\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiedotteet/Tiedotteet_2012/Itameren_rehevoitymisen_torjunta_kannatt(1160))> 8.11.2012. Luettu 8.2.2018.
- 16 Retkikartta. Verkkoaineisto. Metsähallitus. <<https://retkikartta.fi/>> 18.1.2018. Luettu 1.3.2018.
- 17 Operaatio Täktominlahti – vuodesta 2009. Verkkoaineisto. Operaatio Täktominlahti. <<http://operaatitaktominlahti.com/historiaa.html>> Luettu 10.1.2018.
- 18 Facebook-julkaisu. Verkkoaineisto. Operaatio Täktominlahti. <<https://www.facebook.com/Operaatio-T%C3%A4ktominlahti-1701476123462455/>> 25.3.2018. Luettu 2.4.2018.
- 19 Ajankohtaista operaatio Täktominlahdesta. Verkkoaineisto. Operaatio Täktominlahti. <<http://operaatitaktominlahti.com/ajankohtaista.html>> Luettu 10.1.2018.
- 20 Hangon rantayleiskaava. 1984. Verkkodokumentti. Hangon kaupunki. <[http://map.hanko.fi/kaavadokumentit/502\\_kaava.pdf](http://map.hanko.fi/kaavadokumentit/502_kaava.pdf)> 20.12.1984. Luettu 10.2.2018.
- 21 Holmberg, Ralf & Valtonen, Marja. Hangon merialueen ja Bengtsårin vesien yhteistarkkailun laaja yhteenveto vuonna 2010. 2012. Verkkoaineisto. Lohja: Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö Ry. <[http://www.luvy.fi/easydata/customers/luvy/files/julkaisut/225\\_nettiversio\\_hangon\\_merialueen\\_ja\\_bengtsarin\\_vesien\\_yhteistarkkailun\\_laaja\\_yhteenveto\\_vuosilta\\_2007-2010.pdf](http://www.luvy.fi/easydata/customers/luvy/files/julkaisut/225_nettiversio_hangon_merialueen_ja_bengtsarin_vesien_yhteistarkkailun_laaja_yhteenveto_vuosilta_2007-2010.pdf)> Luettu 2.4.2018.
- 22 Ukkonen, Heini. 2017. Novia Ammattikorkeakoulua. Bedömning av ekologisk status i en grundhavsvik, Täktbukten. Opinnäytetyö. Theseus-tietokanta.
- 23 Vedenlaatuluokituksen raha-arvot ja lähteet. Verkkoaineisto. Suomen ympäristökeskus SYKE. <<http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B8A7CACB5-3A30-4443-8470-E612AEBCF5FA%7D/91995>> Luettu 24.11.2017.
- 24 Monivaikutteiset kosteikot. 2014. Verkkoaineisto. Suomen ympäristökeskus SYKE. <[http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien\\_kaytto/Maankuivatus\\_ja\\_ojitus/Luonnonmukainen\\_peruskuivatus/Monivaikutteiset\\_kosteikot](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Maankuivatus_ja_ojitus/Luonnonmukainen_peruskuivatus/Monivaikutteiset_kosteikot)> 31.12.2015. Luettu 7.2.2018.
- 25 Land, Magnus; Granéli, Wilhelm; Grimvall, Anders; Hoffmann, Carl Christian; Mitsch, William J.; Tonderski, Karin S. & Verhoeven, Jos T.A.. 2016. How effective are created or restored freshwater wetlands for nitrogen and phosphorus removal? Verkkoaineisto. <<http://www.eviem.se/Documents/projekt/SR2/EviEM->

- 2016-Scientific%20report%20FINAL-SR2-English.pdf> 20.4.2016. Luettu 16.2.2018.
- 26 Liljenström, Susanne. 2016. Anlagda våtmarker – ett bra sätt att minska övergödning. Verkkoaineisto. <<http://www.extrakt.se/jordbruk-och-djurhallning/anlagda-vatmarker-ett-bra-satt-att-minska-overgodning>> 14.6.2016. Luettu 18.2.2018.
- 27 Lahtinen, Tauno. 2017. Kenttämestari. Han-Golf, Hanko. Haastattelut 15.12.2017, 4.1.2018 ja 13.3.2018.
- 28 Turunen, Tommi.2018. HillSide Golf & Country Club, Vihti. Haastattelu 16.11.2017.
- 29 Ilmastus pitää kasvuston hengissä. 2017. Verkkoaineisto. Golfpiste. <<https://golfpiste.com/golfkentanhoito/ilmastus-pitaa-kasvuston-hengissa/>> 18.4.2017. Luettu 22.2.2018.
- 30 Kentän hoito. Verkkoaineisto. Suomen golfkentänhoitajien yhdistys. <<https://www.fga.fi/kentanhoito>> Luettu 22.2.2018.
- 31 Hiekoitus on kentän ja pelaajan etu. 2017. Verkkoaineisto. Golfpiste. <<https://golfpiste.com/golfkentanhoito/hiekoitus-kentan-ja-pelaajan-etu/>> 11.5.2017. Luettu 22.2.2018.
- 32 Minimum Levels for Sustainable Nutrition Soil Guidelines (MLSN). Verkkoaineisto. <[https://www.paceturf.org/journal/minimum\\_level\\_for\\_sustainable\\_nutrition](https://www.paceturf.org/journal/minimum_level_for_sustainable_nutrition)> Luettu 18.11.2017.
- 33 Maatilan propikonatsoli-turvallisuustiedote. 2014. Verkkoaineisto. Tukes. <<https://kasvinsuojeluaineet.tukes.fi/KareDocs%5C3040Myyntipaallyksenteksti.pdf>> 3.6.2014. Luettu 22.2.2018.
- 34 Mäkelä, Ari; Antikainen, Sari; Mäkinen, Irma; Kivinen, Jarmo & Leppänen, Tuula. 1992. Vesitutkimuksen näytteenottomenetelmät. Verkkoaineisto. Vesi- ja ympäristöhallitus. <<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/157222/Vesi-%20ja%20ymp%C3%A4rist%C3%B6hallinnon%20julkaisuja%20B%2010.pdf?sequence=4>> Luettu 23.11.2017.
- 35 Oravainen, Reijo. 1999. Vesitulosten tulkinta-opasvihkonen. Verkkoaineisto. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry. <<http://kvvy.fi/wp-content/uploads/2015/10/opasvihkonen.pdf>> 11.11.1999. Luettu 23.11.2017.
- 36 Kettunen, Ilppo; Mäkelä, Ari & Heinonen, Pertti. 2008. Kenttätutkimuksen opas. Verkkoaineisto. Suomen ympäristökeskus SYKE. <<http://www.syke.fi/download/noname/%7BE0DFD624-57C6-4EA5-B7C6-2019BF49A4E8%7D/29616>> Luettu 1.12.2017.



- 37 LCK 339 analyysiohje. Hach-Lange. Verkkoaineisto. <<https://uk.hach.com/asset-get.download.jsa?id=25593618324>> Luettu 1.12.2017.
- 38 LCS 349 analyysiohje. Hach-Lange. Verkkoaineisto. <<https://tr.hach.com/asset-get.download.jsa?id=25593617736>> Luettu 21.12.2017.

## Näytteenottopaikat



## Analyysitulokset

Näyte nro	Paikka	Pvm	pH	Johtokyky $\mu\text{S/cm}$	O <sub>2</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> -N* $\mu\text{g/l}$	NO <sub>3</sub> -N ka $\mu\text{g/l}$	NO <sub>3</sub> * $\mu\text{g/l}$	NO <sub>3</sub> ka $\mu\text{g/l}$	P-total** $\mu\text{g/l}$	P-total ka $\mu\text{g/l}$
1	Ensimmäisen väylän lampi	15.12.2017	6,4	135	9,4	638 / 682	660	2822 / 3020	2921		
		4.1.2018								19 / 38	28
2	Valtaoja, alku	13.3.2018	6,4	234	6,2	1080 / 1110	1095	4763 / 4911	4837	61 / 60	61
		15.12.2017	5,6	77	9,7	1318 / 1328	1323	5822 / 5882	5852		
3	Väylän 13 ja 14 lampi	4.1.2018								19 / 1480*** / 33	26
		13.3.2018	6,3	239	7,0	905 / 848	877	4010 / 3753	3882	48 / 26	37
4	Tulovesipumppu	15.12.2017	6,7	184	9,0	447 / 475	461	1981 / 2110	2045		
		4.1.2018								56 / 66	61
5	Väylän 17 lampi	13.3.2018	6,0	44	9,8	1387 / 1367	1377	6159 / 6070	6114	143 / 127	134
		15.12.2017	7,1	949	8,5	228 / 226	227	1011 / 1001	1006		
6	Valtaoja, kosteikon jälkeen	4.1.2018									
		13.3.2018	6,6	277	8,3	779 / 798	789	3456 / 3535	3496	18 / 35	157
		15.12.2017									
		4.1.2018									
		13.3.2018	6,5	283	7,1	650 / 646	648	2882 / 2862	2872	27 / 23	25

\*Mittaus tuloksista vähennetty nollanäytteen tulos, sekä otettu huomioon laimennoskerroin

\*\* Mittaus tuloksessa otettu huomioon laimennoskerroin

\*\*\* Viallisesta mittakvyetistä aiheutunut virheellinen tulos

Kestäväoinnistä aiheutunut näytteen laimentuminen otettiin huomioon laimennoskerroimella.

Kestäväointiin käytettiin 4 ml/ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ja sitä pipetoitiin 1ml 100 ml:aan näytettä.

$$\text{Laimennoskerroin} = \frac{1 - 0,01}{1} = 0,99$$

**Kestävöinnin vaikutus mittaustuloksiin**

<b>Näyte</b>	<b>Pvm</b>	<b>Kestävöimätön N03-N µg/l</b>	<b>Kestävöity N03-N µg/l</b>	<b>Kestävöimätön P-total µg/l</b>	<b>Kestävöity P-total µg/l</b>
2	15.12.2017	1311	1323		
1	13.3.2018	1103	1095		
3	4.1.2018			70	61
5	13.3.2018			144	157

Tuloksista vähennetty nollanäytteen tulos. Kestävöidyissä näytteissä on otettu huomioon myös laimennoskerroin 0,99.