



GolfY

GOLFIN YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN VÄHENTÄMINEN

Golfnurmikolle lisätään ravinteita, jotta nurmikko pystyy uusiutumaan kulutusta vastaavasti. Ravinteet ovat alkuaineita, joita annetaan lannoitteina; joko kiinteinä rakeina, jauheina, tai nestemäisinä, ruiskuttamalla. Lannoituksen tavoitteena on ylläpitää tasainen, hallittu kasvu, jotta kentän peliominaisuudet pysyvät vakaina. Nurmikon ravinteiden ottoon vaikuttavat useat tekijät: kasvualustan mekaaniset, kemialliset ja biologiset ominaisuudet; heinälaji ja nurmikon ikä sekä kasvutila; vuodenaika ja sääolot; ravinteiden määrä ja niiden muoto sekä keskinäiset suhteet kasvualustassa. Liikalannoitus aiheuttaa laatuhaittoja ja ylimääräistä leikkuuta sekä altistaa m. kasvitaudeille. Ravinteiden ylimäärä, se osa, jota kasvit eivät käytä, on vaarassa joutua hukkaileille. Ympäristön kannalta haitallisimmiksi on todettu typpi (kemialliselta merkiltään N), ja fosfori (P). Pintavesiin joutuessaan ne aiheuttavat rehevöitymistä, joka näkyy mm. sinilevälauttoina veden pinnalla. Pohjaveteen ravinteita ei myöskään saa kulkeutua; ne pilaavat veden käyttökelpoisuutta. Maahan lisätty ravinne, jota nurmikko ei käytä, on myös hukkaan heitettyä rahaa.

Suomen Golfliiton kaksivuotisella GolfY- hankkeen tavoitteena oli saada tietoa viheriöiden typpi- ja fosforihuhoutumista. Haluttiin tietää, huuhtoutuuko viheriöiltä typpeä tai fosforia, ja jos, niin mistä syystä, ja kuinka tilannetta voidaan korjata. Hankkeen rahoittivat Suomen Golfliitto ja TEKES. Tutkittaviksi haluttiin nykyisten ohjeiden mukaan rakennettuja ja hoidettuja viheriöitä, ja verrokeiksi muutama, joilla jo etukäteen tiedettiin olevan puutteita. Mukana olivat seuraavat kentät: Hiekkasärkät Golf Oy, Kalajoki; Keimola Golf Club Oy, Vantaa; Kuusankosken Golfkeskus Oy, Kuusankoski; Lepaa Golf, Lepaa; Messilä Golf Oy, Messilä; Oy Peuramaa Golf-Hjortlandet Golf Ab, Kirkkonummi; Golfsarfvik Oy, Masala; Tuusulan Golfklubi Oy, Tuusula; Vakka-Suomen Golf Oy, Uusikaupunki.

Golfkenttien viheriöillä tehtiin mittauksia kahden kasvukauden aikana, vuosina 2005 ja 2006. Samalta ajanjaksolta kirjattiin päivittäiset hoitotyöt: lannoitukset, kastelut, sadetus, ilmastukset, pystyleikkuut sekä leikkuukorkeuden muutokset. Sääasemien ja mittareiden avulla tallennettiin sademäärät sekä ilman lämpötilat. Viheriöille 15 cm syvyyteen asennetut loggerit tallensivat maan lämpötilatiedot tunnin välein, talvikautena kahden tunnin välein.

Kunkin koeviheriön alle oli asennettu lysimetri, muovinen särmäkartio, jonka korkeus on 30 cm ja yläpohjan särmien pituus 1m. Lysimetrillä kerättiin suotovedet 1 neliömetrin alueelta. Kertynyt vesi johdettiin muoviputkella viheriön ulkopuolella tarkastuskaivossa olevaan umpinaiseen astiaan. Veden määrä mitattiin ja vedestä analysoitiin kokonaistyyppi, liukoinen typpi, kokonaisfosfori, liukoinen fosfori sekä kiintoaineksen määrä vähintään kolmesti kaudessa sekä silloin, kun vettä kertyi keskimääräistä enemmän.

Kasvualustasta tehtiin mekaaniset ns. USGA-analyysit, joilla selvitettiin vedenpidätys- ja läpäisykyky, huokostilavuudet, raekokojakauma, partikkelitiheys ja -muodot, tilavuuspaino sekä humuspitoisuus. Mekaaniset analyysit tehtiin sekä hetkellisestä tilanteesta, pinnasta otetun holkin avulla 0-10 cm kerroksesta, että alemmasta 10-25 cm kerroksesta otetusta irtonäytteestä.

Kemialliset analyysit kasvualustasta tehtiin kolmesti kasvukauden aikana; keväällä, kesällä ja syksyllä. Tällöin selvitettiin maan pH, kokonaistyyppi, liukoinen typpi, kokonaisfosfori, liukoinen fosfori sekä orgaaninen hiili.

Kasvustosta, käytännössä leikkuujätteestä, otettiin näyte kolmesti kaudessa, samaan aikaan maanäytteiden kanssa. Näytteistä mitattiin typpi-, fosfori- ja kuiva-ainepitoisuudet.

Näytteet pintavesistä otettiin keväällä ja syksyllä. Niistä analysoitiin lysimetrinäytteiden tapaan kokonaistyyppi, liukoinen typpi, kokonaisfosfori, liukoinen fosfori sekä kiintoaines.

MITTAUSTULOKSIA JA VERTAILUA

Kentiltä saatujen mittaustulosten perusteella voidaan ns. mallinnoksen avulla laskea veden ja ravinteiden liikkeet viheriöllä. Laskennalla saadaan selville, kuinka suuren osan lannoitteina annetuista ravinteista nurmikko käyttää. Samalla selviää myös hukkaan menevä ravinnemäärä.

Saatuja mittaustuloksia verrattin muilla alueilla tehtyihin mittauksiin. Taulukosta voidaan lukea esimerkiksi, että kaupunkialueelta huuhtoutuu 2-10 kiloa typpeä ja 0,2-2 kiloa fosforia hehtaarilta vuoden aikana. Tässä käytetyt väylän ja koko kenttäalueen arvot ovat laskennallisia: alarajana on käytetty viheriön huuhtoumaa ja ylärajana pellon huuhtoumaa suhteutettuina väylälannoituksen typpimäärään.

LANNOITUS JA HUUHTOUMAT ERILAISILTA ALUEILTA

kg/ha/v	pientaloalue	kaupunki	pelto	greeni	väylä	koko kenttäalue
N lannoitus			100	199	103	44
N kasvustossa			59	182	5% leikkuujäte	
Kok N huuhtouma	0,5-8,5	2,0 – 10	10 – 20	2,4-3,9 (1,9 lysim. ja 0,5-2,0 pinta)	0,8-2	0,34-0,8
P-lannoitus			15 -20	60	25	
P huuhtouma	0,24 -2,0	0,2 -2	1	0,21		
kiintoaines	100-210	100-120	15-60	304		

TYPPI

Koeviheriöiden typpilannoitustaso oli v. 2005-2006 keskimäärin 200 kg/ha kasvukauden aikana. Mallilaskelmien mukaan kasvusto pystyi ottamaan tästä keskimäärin 180 kg/ha, eli laskennallinen typen käytön tehokkuus oli 90%.

Typpihuuhtoumat

Ilmalaskeumana tulee typpeä 1,88 – 10,42 kiloa hehtaarille vuodessa ja luonnonhuuhtouma on 0,7 – 10,42 kiloa hehtaarilta vuodessa; nämä siis ilman, että ravinteita erikseen lisättäisiin. Esimerkiksi lehmien juottopaikalta huuhtoutuu typpeä 150 kiloa hehtaaria kohti vuodessa, mikä johtuu siitä, että kasvusto tallautuu, maa tiivistyy ja lantaa kertyy alueelle. Nurmilaitumelta typpeä huuhtoutuu 2 kiloa hehtaarilta vuodessa; laidun on perustamisen jälkeen jatkuvasti viherpeitteinen, ja nurmi käyttää annetut lannoitteet melko tehokkaasti. Nurmilaitumella on tehty 2-vuotinen koe, jossa lannoitetyppeä kertyi 220 kg/ha/v. Kahden koevuoden aikana laitumelle kertyi typpeä lannoitteissa ja eritteissä yli 380 kg hehtaarille, 23% siitä poistui sadossa ja 12 % huuhtoutui pohjaveteen. Ilmaan haihtuvan typen osuudeksi arvioitiin 10%.

Viljelykasvien typpitase

Viljelykasvien typpitaselaskelmassa huomioidaan lannoitteissa lisätty ravinne sekä sadon mukana poistettu määrä. Näin saadaan laskettua annettujen ravinteiden hyötysuhde. Vertailutaulukossa greeneistä on ilmoitettu kasvuston käyttämän typen määrä. Viheriöllä annetuista lannoiteyyppeistä, suurin osa eli 90% tuli hyötykäyttöön.

Kasvi	Lisäys kg/ha	Poisto kg/ha	Tase kg/ha	Hyötysuhde %
Vilja	108	59	49	55
Nurmi	128	106	22	83
Rypsi	111	52	59	47
Kaali	187	53	134	28
Greeni	199	185	14	90

Typpi vedessä

Tavallinen jokivesi voi sisältää typpeä 0,5 milligrammaa litrassa. Juomavedeksi käytettävän Päijänteen veden typpipitoisuus on 0,4 milligrammaa litrassa.

Jätevedenpuhdistamoilta tulevalle vedelle asetaan erilaisia raja-arvoja, esimerkiksi 4 mg/l.

Golfkentille tulevissa pintavesissä typpeä oli keskimäärin 0,81 mg/l ja kentän läpi kulkeutuneessa, sieltä poistuvassa vedessä 0,76 mg/l. Typen määrä siis väheni, eli vesi puhdistui. Tämä johtuu mm. siitä, että kasteluun käytettävästä vedestä ravinteita sitoutuu kasvualueen sekä nurmikkoon. Virtaavassa vedessä osa typpeä haihtuu ilmakehään, ravinteita sitoutuu uomien pohjasedimenttiin, ja seisovassa vedessä ravinteita saostuu lammen pohjalle.

Lysimetriin kertyneessä vedessä typpeä oli keskimäärin 6,9 mg/l. Pitoisuus on suurempi kuin luonnonvesissä, mutta normaaliolosuhteissa vettä ei kulkeudu kasvualueen läpi. Ainoastaan kova sade voi huuhtoa ravinteita mukaansa kulkeutuneessa kasvualueen läpi. Jos normaalin sadetuksen jälkeen tulee vettä viheriön tai väylän salaajaputkista, voidaan sanoa, että joko kastelu on liiallista, tai kasvualueen laatu on sopimaton.

FOSFORI

Koalueiden fosforilannoitustaso oli v. 2005 ja 2006 aikana keskimäärin n. 60 kg/ha pelikauden aikana. Mallilaskelmien mukaan kasvusto pystyi ottamaan tästä keskimäärin vain 21 kg/ha, eli annetusta fosforilannoituksesta suurin osa vain kasvatti maaperän fosforivarastoja. Fosforilannoitus on selvästi vaikeampaa optimoida kuin typpilannoitus, sillä osa annetusta fosforista sitoutuu lähes välittömästi lannoituksen jälkeen maahiukkasten pinnalle.

Alkuvaiheessa liukoinen fosfori sitoutuu maaperän pinnalle löyhästi, mutta jo muutamien viikkojen ja kuukausien aikana osa fosforista sitoutuu maahiukkasten pinnalle voimakkaasti kemiallisin sidoksia, jotka ovat hyvin vaikealiukoisia, kasville heikosti käyttökelpoisia.

Viljelykasvien fosforitaso

Kasvi	Lisäys kg/ha	Poisto kg/ha	Tase kg/ha	Hyötysuhde %
Vilja	17	10	7	59
Nurmi	14	13	1	93
Rypsi	16	12	4	75
Kaali	55	8	47	15
Greeni	60	21	29	35

Ilmalaskeutuneena fosforia tulee 0,04-0,26 kg/ha/v ja poistuu luonnonhuuhtoumana 0,03-0,07 kg/ha/v
Huuhtouma pellolta on 0,54-1,8 kg/ha/v.

Fosfori vedessä

Kokonaisfosforipitoisuus ilmoittaa vedessä olevan fosforimäärän. Fosfori esiintyy vedessä liuenneena tai kiintoaineeseen eli leviin ja maahiukkasiin sitoutuneena. Fosforipitoisuuden mukaan arvioidaan veden rehevyyttä. Pitoisuuden kohotessa kasvi- ja levätuotanto lisääntyy ja aiheuttaa alusveten happivajetta. Fosforipitoisuudet ovat normaalisti paljon pienempiä kuin typpipitoisuudet.

Fosforipitoisuuden raja-arvoja

Luonnonvaraiset karut vedet	< 10 µg/l (mikrogrammaa/litra)
Lievästi rehevät vedet	10-20 µg/l
Rehevät vedet	> 20 µg/l
Erittäin rehevät vedet	> 50 µg/l
Ylirehevät vedet	> 100 µg/l
Lysimetrivesi	570 µg/l
Kentälle tuleva vesi	10 µg/l
Kentältä lähtevä vesi	13 µg/l

UUSIA SUOSITUKSIA JA OHJEITA

Hankkeella saatiin tietoa nykyisten ohjeiden mukaan rakennettujen ja hoidettujen kenttien ympäristövaikutuksista. Vaikutuksia voidaan ennalta arvioida mallinnuksen ja saatujen mittaustulosten perusteella. Mallinnosta voidaan käyttää simuloimaan golfviheriöitä ja niiden ympäristövaikutuksia käytettäessä erilaisia kasvualustoja ja lannoitusohjelmia. Hankkeen perusteella voidaan ohjata uusien kenttien perustamista sekä paikan että maalajin valinnan osalta. Tuloksena on saatu ravinnepäästöjen vähentämiseen tähtääviä suosituksia ja ohjeita kenttien kasvualustoista, lannoituksesta, kastelusta ja muista hoitotoista.

Lannoitus

Maa- ja kasvustonäytteitä sekä kuntotietoja tilastollisesti käsittelemällä on saatu selville keskiarvoja siitä, millaisessa ravintetilassa viheriöt ovat olleet hyvässä kunnossa. Havaittiin, että hiekkapitoisilla viheriöillä hyvinkin pienistä maassa olevista ravinnepitoisuuksista kasvi saa tarvitsemansa määrän ravinteita. Analysointia laajennettiin, ja yhdistettyjen tulosten perusteella voitiin *uudistaa maa-analyysien ohjearvot sekä lannoitussuosituksia*. Päädyttiin siihen, että maassa olevia ravinnevarastoja ei tarvita aiempien suositusten mukaista määrää, ja *ravinneohjearvoja pienennettiin kaikkien ravinteiden osalta*. Uusissa suosituksissa on huomioitu kasvualustojen eloperäisen aineksen määrä. Tärkeää on, että maassa olevia ravinteita on keskenään oikeassa suhteessa. Raja-arvojen alentamisen ansiosta ravinteiden huuhtoutuminen vähenee entisestään. Uudistetut ravinneanalyysien ohjearvot julkaistiin mm. Golfliiton Rakentamisoppaassa ja Suomen Golfkentänhoitajien Yhdistyksen jäsenlehdessä sekä tullaan julkaisemaan OPM:n Urheilunurmikoiden hoito-oppaassa.

Mallilla tehtyjen arvioiden mukaan *typpilannoitustasoa voitaisiin pienentää n. 20-50 kg/ha/kasvukausi* niin, että kasvusto saisi vielä riittävästi typpeä. *Optimaalisen lannoitustason etsintä* on tehtävä kenttä- tai viheriökohtaisesti. Typpilannoitusmääriä pienennetään asteittain, jotta löydettäisiin raja, jossa kasvu on vielä riittävä.

Mallilaskelmien mukaan koealueiden *lannoitustasoa voitaisiin fosforin osalta vähentää* asteittain jopa 20 kg/ha nykyisestä tasostaan. Mallin mukaan alkukevällä annetusta isosta fosforilannoitemäärästä suuri osa jää hyödyntämättä. Sopiva *kevätlannoituksen taso on selvästi nykyistä alhaisempi*. Kasvukauden lopulla annettu liiallinen fosforilannoitus lisää huuhtoutumisriskiä, joten *syksyn fosforilannoitus on annettava vielä kun kasvien aineenvaihdunta on vilkasta*.

Tulosten perusteella on tehty tarkennuksia viileään maahan tehtäviin typpi ja fosforilannoituksiin. Saadut mittaustulokset ovat johtaneet *kevät- ja syyslannoitteiden ravinne sisältöjen muutoksiin*.

Viheriöiltä ei syntynyt pistekuormitusta. Kokonaiskuormituksen kannalta olisikin tärkeää kiinnittää huomio *suurempien alueiden kuten karheikkojen ja väylien ravinne määrän vähentämiseen*. Esimerkiksi yhden typpikilon vähentäminen väylien ja karheikoiden vuotuisesta typpitasosta vastaa n. 30 kg typpimäärän vähennystä viheriöiltä.

Oleellisin ympäristökuormituksen kannalta on *käsitellä viheriöiltä kerätty leikkuujäte joko kompostoimalla tai palauttaa se sellaisenaan lannoitteeksi kentän nurmikkoalueille*. Leikkuujätteessä on typpeä 4-5% kuiva-aineesta.

Suuret typpi- ja fosforivarannot ovat sitoutuneena biomassaan: elävään ja kuolleeseen kasvustoon, kuituun ja humukseen. *Mekaanista hoitoa tehostamalla* tästä ravinnepankista on mahdollisuus palauttaa osa takaisin kasvuston käyttöön.

Parasta analysointitapaa ei tämän otannan perusteella voi määrittää. Maa-analyysitulokset eivät kauden mittaan tai eri vuosina muuttuneet. Niitä ei ole tarpeen ottaa useita kertoja kauden aikana, ellei ilmene erityisiä kasvuongelmia. Maanäytteen ottamisen paras ajankohta on syksy; tulosten perusteella voidaan suunnitella seuraavan kauden lannoitus. Lisäksi havaittiin, että *on tarve kehittää pika-analyysijä*, joiden avulla lannoituksen ajoitusta voidaan tarkentaa ja valita ravinnekoostumukseltaan tilanteeseen sopiva lannoite.

Kasvualustan mekaaniset ominaisuudet

Mekaanisten analyysien avulla voidaan ennustaa kasvualustan toimivuutta. *Ohjearvoista poikkeavat kasvualustat eivät toimi halutulla tavalla.* Etenkin tällaisilla kasvualustoilla nurmikon pelikunnon saavuttamiseksi sekä ympäristökuormituksen vähentämiseksi *hoitotapoja on tarkennettava.*

Mekaaniset analyysit osoittavat, että keskimäärin maassamme kasvualustoihin käytettävissä kivennäismaassa on hieman liikaa karkeaa ja hienoa kivennäisainesta, jolloin toiminallisesti tärkeimmän raekoon (0.25-1.0 mm) osuus seoksessa jää alhaiseksi. Vuosien mittaan hajoavien kasvien vaikutuksesta kasvualustojen orgaanisen aineksen määrä on hieman kohonnut kasvualustan ylimmässä 10 cm:n kerroksessa. Alempi kerros 20-30 cm syvyydessä oli pysynyt ennallaan. Mekaaniset analyysit tukevat mittaustuloksia, joilla *voidaan erottaa vesi- ja ravinnetaloudellisesti hyvin toimivat kasvualustat heikommista.* Voitiin todeta, että USGA-suositusten mukaiset kasvualustat toimivat myös suomalaisissa oloissa. Tulosten perusteella on *tarkennettu rakeisuusmäärittäyssuosituksia.*

Ilmastus

Syväilmastuksen jälkeen vedenläpäisy ja ravinteiden huuhtoutuminen lisääntyi moninkertaisesti. *Rakeinen lannoitus on tehtävä hyvissä ajoin ennen ilmastusta tai vasta ilmastusreikien umpeuduttua.*

Kastelu

Kun verrattiin sadetuksen ja sadannan määrää lysimetreihin kertyneen veden määrään, havaittiin, ettei vettä suodu lysimetriin sadetuksen jälkeen, vaan siihen tarvitaan pidempiaikainen sade. *Kasvualustamateriaali tai kastelu on virheellistä, jos vettä suotuu kasvualustan läpi.* Liika läpäisy on todettavissa mekaanisella analyysillä.

Mallilaskelmien mukaan erityinen *huomio kannattaa kiinnittää siihen, ettei kastelun kerta-annos ole liian suuri, jolloin riski pintavalunnan muodostumiselle kasvaa.* Kastelusta aiheutuva pintavalunta lisää ravinteiden huuhtoutumista ja pienentää lannoitteiden käytön tehokkuutta erityisesti silloin, jos lannoitteet annetaan liukoisessa muodossa. *Sopiva kertakastelun määrä on käytännössä etsittävä kokeilemalla,* sillä mallin tulokset tai fysikaaliset mittaukset eivät ole riittävän tarkkoja.

Kenttäalueelle tulevien pintavesien typpipitoisuudet olivat keskimäärin korkeammat kuin sieltä poistuvien. Fosforipitoisuudet olivat pääsääntöisesti mittaustarkkuuden alapuolella. Veden mukana kulkeutuvien ravinteiden pääsyä ympäristöön voidaan edelleen vähentää kierrättämällä vettä altaasta toiseen. Salaojista kertyvä vesi on hyvä koota lampiin ja käyttää sitä kasteluun, jolloin nurmikko ja kasvualusta toimivat suodattimina. Vesialtaiden pohjat on tiivistettävä kunnollisesti.

lisätietoja:

Kristiina Laukkanen ja Harri Walden, Suomen Golfliiton kentäkonsultit
email: etunimi.sukunimi@golf.fi