

TÄSMÄLANNOITUS

– Teoriasta käytäntöön

PÄIVITYS 2021

Sterck



TIETOA LANNOITEOHJEKIRJASTA

Ensimmäinen (2011) versio tästä ohjekirjasta yhdisti tietoa ja kokemuksia kolmesta täsmälannoituksen tutkimusprojektista, jotka STERF rahoitti vuosien 2003 ja 2011 välillä:

- Täsmälannoituksen vaikutus kasvuun, ulkonäköön ja typen hyödyntämiseen urheilunurmilla
- Lannoitusstrategioita golfnurmilla: Toteutustapoja fysiologiaperusteiseen lannoitukseen
- Leikkuukorkeuden ja myöhäisen syyslannoituksen vaikutus golfviheriöiden talvehtimiseen Pohjoismaissa

Nykyinen ohjekirja (2021) on päivitetty *Typen ja rikin optimaalinen syyslannoitus parempaan urheilunurmien talvehtimiseen – ja SUSPHOS: Kestävä fosforilannoitus (P) golfkentillä* -tutkimusten tuottamien tulosten myötä. Kun aiemmat STERF- tutkimusprojektit keskittyivät pääasiassa typpeen (N), SUSPHOS-tutkimuksen tavoitteena oli tutkia, voidaanko fosforilannoitusta vähentää golfviheriöillä aiheuttamatta negatiivisia vaikutuksia kasvuston laadulle. www.sterf.org

LISÄÄ TIETOA

Demand-driven fertilization. Part I: Nitrogen productivity in four high-maintenance turf grass species. T. Ericsson, K. Blombäck & A. Neumann 2012. - Acta Agriculturae Scandinavica, 62(1):113-121.

Demand-driven fertilization. Part II: Influence of demand-driven fertilization on shoot nitrogen concentration, growth rate, fructan storage and playing quality of golf turf. T. Ericsson, K. Blombäck & A. Neumann 2012. - Acta Agriculturae Scandinavica, 62(1):139-149.

Reduced phosphorus fertilization on golf courses: A comparison of three fertilizer recommendations for putting greens. K. J. Hesselsøe, A. F. Borchert, A. F. Øgaard, T. Krogstad, Y. Chen, W. Pramässing & T.S. Aamlid. 2021: Submitted to Int. Turfgrass Soc. Res. Jour. June 2021

Temperature effects on phosphorus requirements for creeping bentgrass establishment and spring growth. A.F. Øgaard & T.S. Aamlid 2020. Agronomy Journal 112:3478–3490. <https://doi.org/10.1002/agi2.20288>

Einfluss unterschiedlicher P-Düngeempfehlungen auf die Nährstoffgehalte im Boden und die Qualität von Golfgrüns am Beispiel des Golfplatzes Dütetal (Osnabrück). A. F. Borchert, J. Rosenbusch, K.J. Hesselsøe, T.S. Aamlid & W. Prämässing. 2020. European Journal of Turfgrass Science (RASEN · TURF · GAZON) 3: 61-66

Green fertilization the Scandinavian way. A. Kvalbein & T.S. Aamlid 2012. <http://www.sterf.org/Media/Get/1815/green-fertilisation-the-scandinavian-way>

Phosphorus for turfgrass – the SUSPHOS project. K. J. Hesselsøe, A.F. Øgaard & T.S. Aamlid 2020 <http://www.sterf.org/Media/Get/3417/susphos-english.pdf>

MLSN fertilization on golf courses. T. S. Aamlid & K. J. Hesselsøe 2020 <http://www.sterf.org/Media/Get/3444/mlsn-fertilization-english.pdf>



KOHTI KESTÄVÄMPÄÄ LANNOITTAMISTA

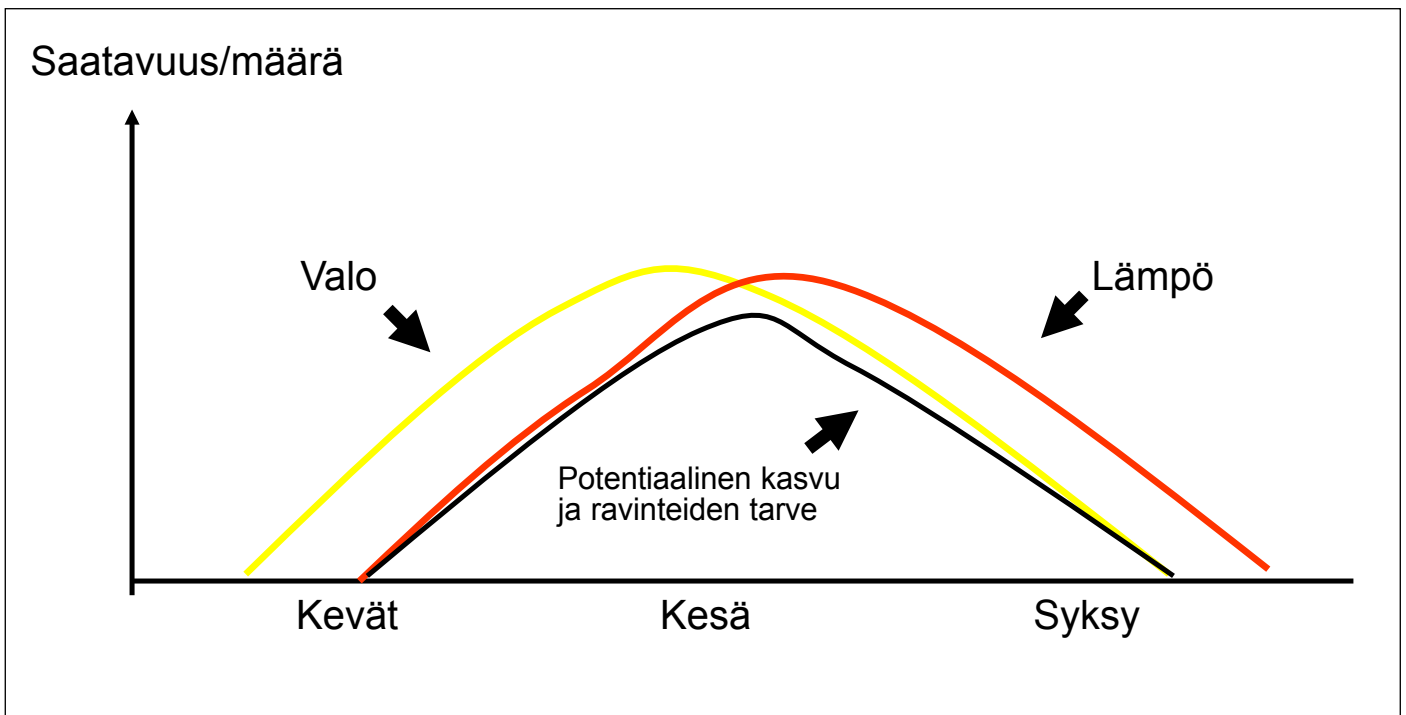
Jo kauan ennen modernin ajan alkua tiedettiin kaikkien kasvien tarvitsevan ravinteita jossain muodossa kasvaakseen ja kehittyäkseen tyydyttävällä tavalla. Kuitenkin vasta 1800-luvun puolivälissä tajuttiin kasvien ravinnon koostuvan pääasiassa maankuoren alkuaineista. Nykyään tiedämme, että kaikki kasvit tarvitsevat samat 14 alkuainetta ja meillä on hyvä tietämys mihin näitä alkuaineita tarvitaan. Ravitsemisesta on tullut tehokkain keino kasvun ja laadun kontrolloimiseen viljelyksillä, mukaan lukien golfnurmillla. Teoriat ja metodit, jotka ovat käytössä golfkenttien väylien ja viheriöiden lannoituksessa perustuvat vahvasti maatalouteen. Kuitenkin modernit golfkentät, erityisesti viheriö rakenteiden osalta, eroavat -maatalouden viljelyksien kasvualustoista. USGA-normein rakennetut viheriöt omaavat hyvin rajallisen ravinteiden varastoimis-kapasiteetin. Liiallista lannoitusta olisi siksi vältettävä sekä taloudellisesta, että ympäristönäkökulmasta katsottuna. Viheriö lannoituksen tulisi perustua pieniin ja säännöllisiin annostuksiin, joiden määrä määritetään heinän tosiasiallisen ravinnetarpeen ja tämän kausittaisen vaihtelun perusteella. Tähän perustuu ”täsmälannoitus”-konseptin tarpeellisuus.

Täsmälannoitus perustuu oletukseen siitä, että kasvun aikana (esimerkiksi varsien pitenemisen ja kukkimisen aikaan) kasvi tarvitsee ravinteita jatkuvasti tietyssä suhteessa toisiin ravinteisiin nähden. Samaa lannoitetta voidaan täten käyttää kevästä syksyyn ja lannoitusta säädetään kasvin typpitarpeen mukaan.

Täsmälannoituksessa heinän typpipitoisuus ja täten kasvulliset ja laadulliset ominaisuudet määritetään heinän geneettisten piirteiden ja paikallisten ilmasto-olosuhteiden perusteella. Kohdentamalla lannoitus olosuhteiden mukaiseen ravinnetarpeeseen on mahdollista välttää epätoivottavia muutoksia kasvuvauhdissa ja pelipintojen laadussa.

Tässä ohjekirjassa esitetään teoria tämän lannoituskonseptin takana, sekä yksinkertaiset ohjeet siitä, miten täsmälannoitusta voidaan hyödyntää käytännön kentänhoidossa.





Kuva 1 – Kausittainen dynamiikka – valo, lämpö ja potentiaalinen kasvu / heinän ravinteiden tarve.

VALO JA LÄMPÖ KONTROLLOIVAT HEINÄN KASVUPOTENTIAALIA

On yhä yleisempää, että ravinteita annetaan viheriöille viikoittaisina annostuksina, mutta lannoiterytmi kasvukaudella voi vaihdella laajasti golfkenttien välillä. Vaihtelulle on monia mahdollisia selityksiä, mutta kasvupotentiaaliin ja täten myös ravinnetarpeeseen vaikuttavat valo, lämpö ja vesi. Veden saatavuus on näistä ainoa tekijä, jota voidaan helposti kontrolloida kastelun avulla. Veden saatavuus on kriittistä, jotta heinä pystyy viilentämään lehtiään haihduttamalla kuumina kesäpäivinä. Riittävä veden saatavuus on elintärkeää solunjakautumiselle ja -pidentymiselle ja siten lehtien kasvulle, joka mahdollistaa heinälle auringon energian vastaanottamisen ja fotosynteesin.

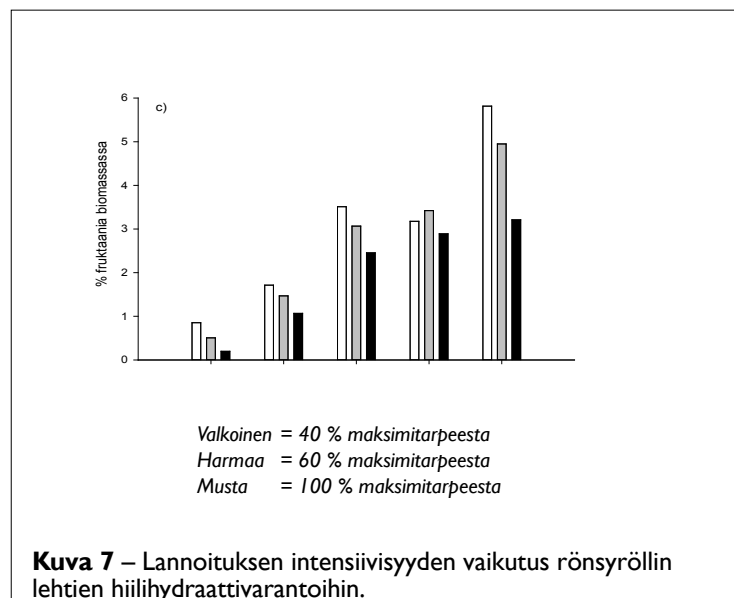
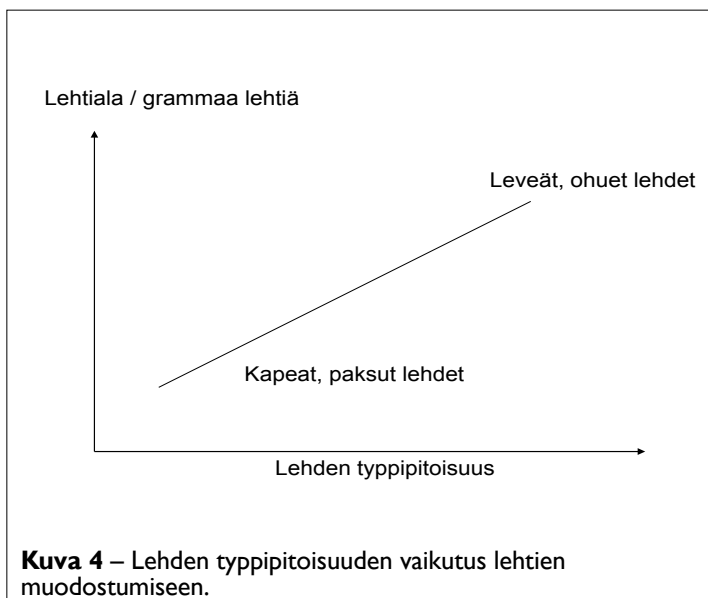
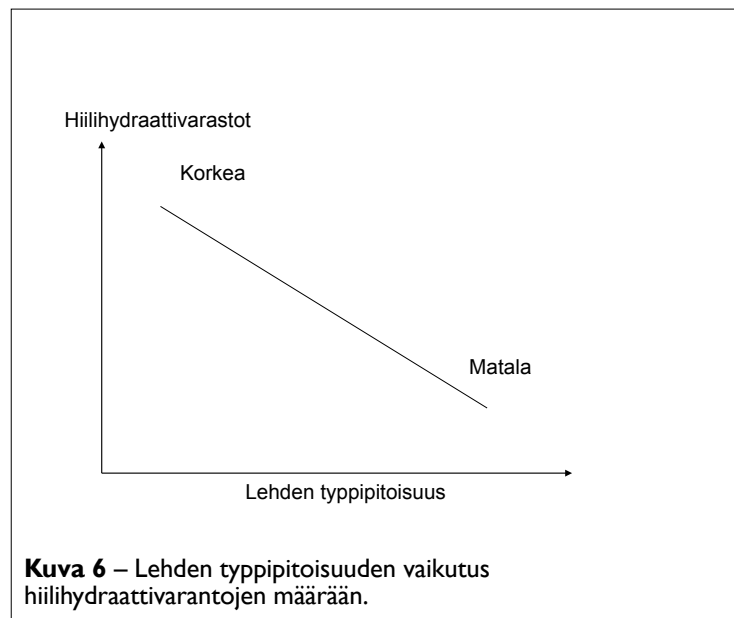
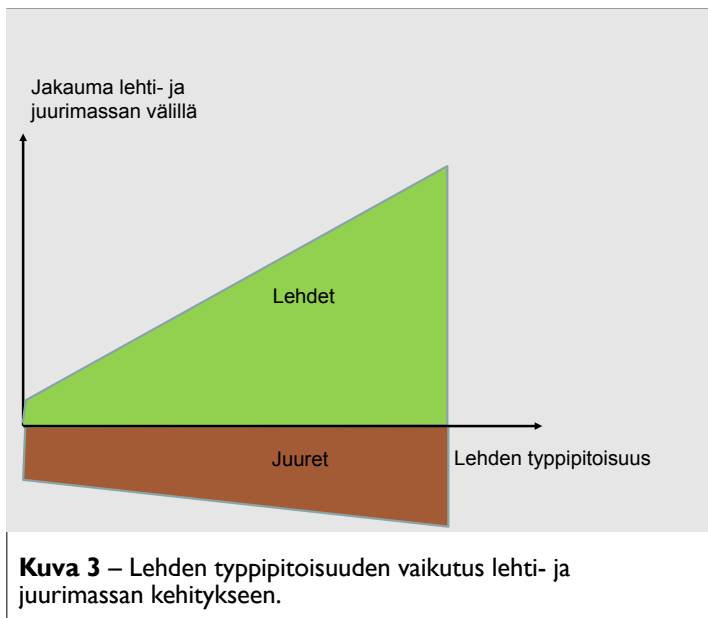
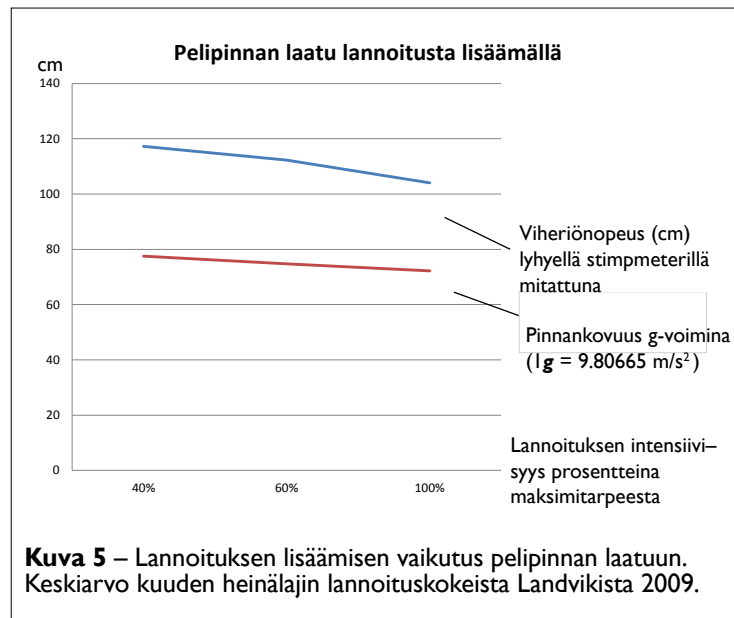
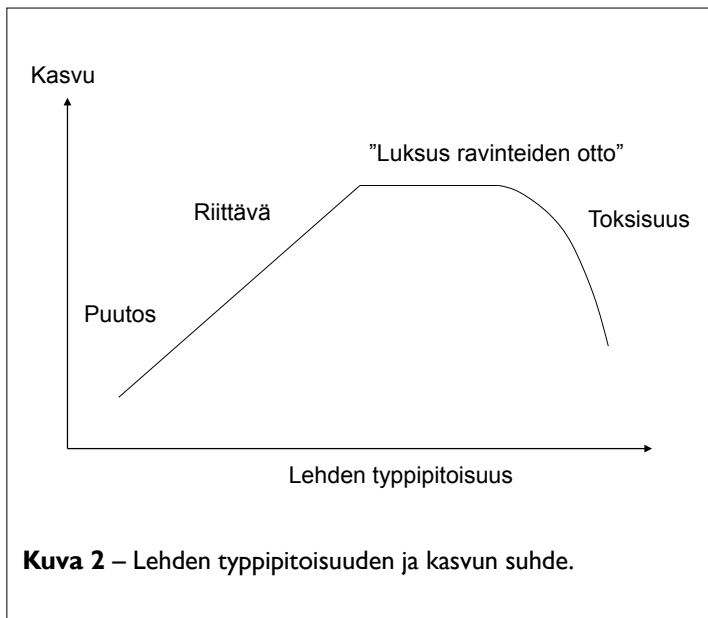
Päivän pituus ja valon intensiivisyys määrittävät heinälle käytössä olevan auringonenergian määrän, joka on käytettävissä energiaa vaativiin prosesseihin fotosynteesissä. Lämpötila kontrolloi kaikkien biokemiallisten prosessien määrää ja siten uusien lehtien ja juurten muodostumista kauden aikana. Keväällä lämpötila usein rajoittaa kasvua, kun taas syksyllä valon määrän väheneminen vähentää kasvua ja siten ravinteiden tarvetta (Kuva 1). Saatavilla oleva valo ja lehtien määrä määrittävät sen kuinka paljon auringon energiaa kasvi voi vastaanottaa ja muuntaa

hiilihydraateiksi fotosynteesin avulla. Hiilihydraatit ovat kasvin polttoainetta ja rakennusmateriaaleja uusille lehdille ja juurille. Kasvu ja lannoitustarve ovat siten suurimmillaan, kun päivät ovat pitkiä (Kuva 1).

Ei ole mahdollista pakottaa kasvua keväällä suurilla ravinnemäärillä, kun heinän fotosynteesikoneisto operoi pienellä vaihteella lämmön puutteen takia. Myöskään ei ole mahdollista kompensoida valon puutetta kasvattamalla ravinnemäärää, kun päivien pituus lyhenee syksyllä.

Lämpimät kesäpäivät vähentävät ravinnetarvetta

Matalat lämpötilat eivät ole ainoa kasvua hidastava tekijä. Kun lämpötila lähestyy 30 °C fotosynteesin tehokkuus vähenee kasveilla, jotka ovat sopeutuneet pohjoismaiseen ilmastoon. Tästä syystä valon vaikutus kasvuun vähenee lämpimällä säällä. Kun fotosynteesi on hitaampaa heinän kasvupotentiaali ja ravinnetarve vähenevät. Tästä syystä lannoitustasoa voidaan joutua vähentämään keskikesällä, jos kuuma jakso jatkuu yli viikon.





Typpi on tärkeää kasvun kannalta. Kuva osoittaa kuinka lehtien typpipitoisuus vaikutti lehtien kasvuun rönsyrölli kasvustoissa. Kuva: Tom Ericsson.

LEHDEN TYPPIPITOSUUS KONTROLLOI MONIA TÄRKEITÄ PROSESSEJA

Typpi on ravinne, jota heinä tarvitsee eniten. Se on aminohappojen ja proteiinien, sekä siten myös kaikkia kasvin kemiallisia reaktioita kontrolloivien entsyymien rakennusaine. Typpi on myös tärkeä rakennusaine kasvin DNA:n ja hormonien muodostamisessa ja siten kasvin ”konehuoneen” keskiössä. Typpilannoituksella on vahva vaikutus kasvin kasvuun (Kuva 2). Typpilannoitus vaikuttaa kuitenkin myös laajasti muihin kasvin tärkeisiin toimintoihin ja ominaisuuksiin.

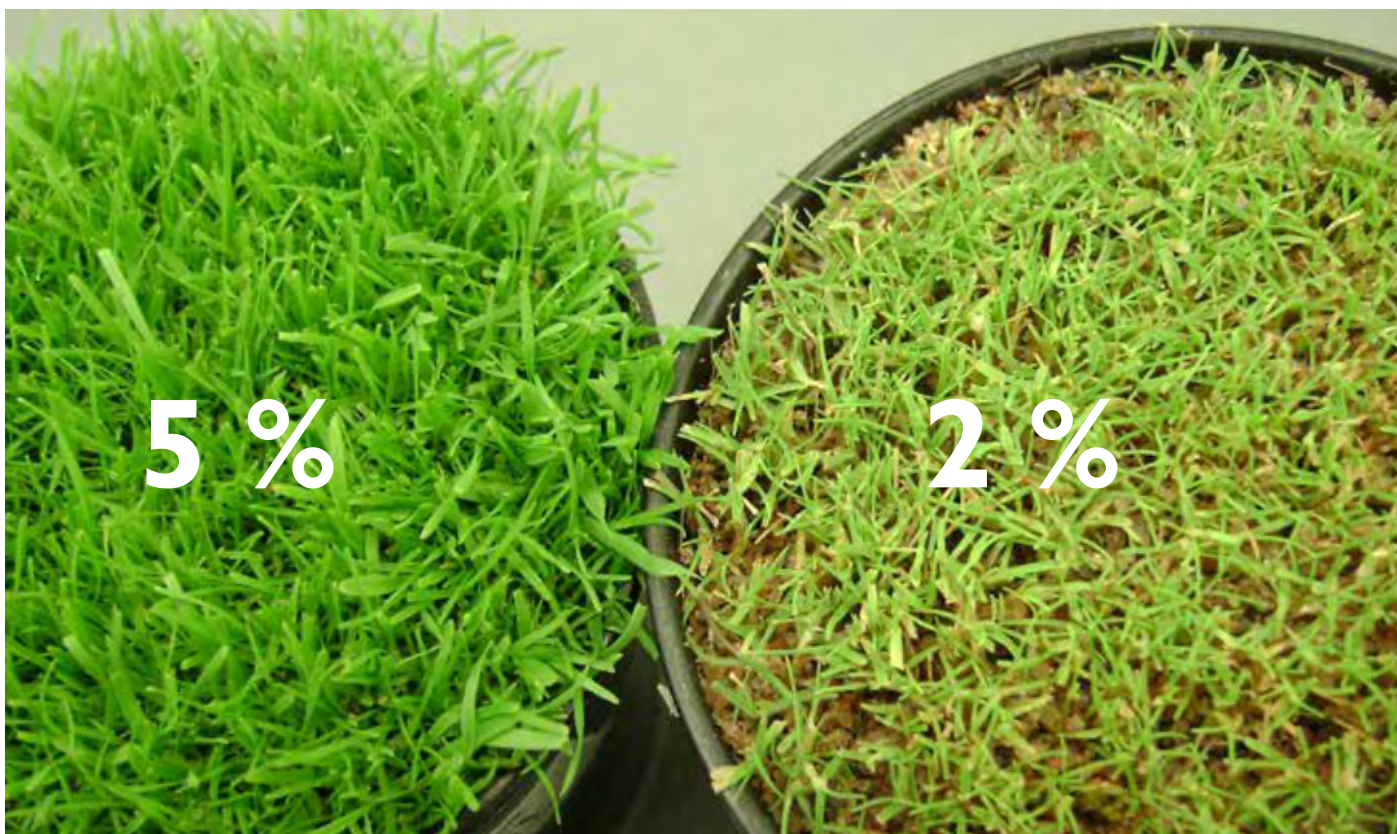
Typhen saatavuus määrittää maanpäällisen ja -alaisen kasvun jakautumisen, toisin sanoen lehtien ja juurten kasvun suhteen ja siten vaikuttaa kasvin kapasiteettiin sitoa auringon energiaa sekä veden- ja ravinteidenottokykyyn (Kuva 3). Typpi vaikuttaa myös lehtien muotoon ja rakenteeseen (Kuva 4). Mitä paremmin typpeä on saatavilla, sitä kovempaa on kasvutahti ja sitä ohuempia (pehmeämmät) ja suurempia (leveämmät) ovat heinä lehdet. Heinän typpistatus on siten tärkeä pallon rullaavuuden ja siten pelipintojen laadun kannalta (Kuva 5a).

Viheriöiden kovuus on myös tärkeä tekijä. Optimitasoa enemmän lannoitettaessa kuidun muodostus lisääntyy ja tekee viheriöistä pehmeämmät. Kasvua stimuloidaan typpilannoituksella pääasiassa sen takia, että se lisää maanpäällistä kasvua, jolloin heinä sitoo paremmin

auringonvaloa, ja koska lehden kasvamiseen tarvittavien hiilihydraattien määrä on pienempi, kun typpeä on hyvin saatavilla.

Lannoituksen intensiteetti vaikuttaa myös kasvin kapasiteettiin varastoida hiilihydraatteja lehtiin ja juuriin. Kun heinälle saatavilla olevan typen määrä kasvaa, suurempi osuus muodostetuista hiilihydraateista käytetään kasvuun ja siten pienempi osuus jää varastoitavaksi tai käytettäväksi muissa elintärkeissä toiminnoissa (Kuvat 6 ja 7). Typhen saatavuuden ollessa korkea, pienentää se myös heinä kapasiteettia valmistaa puolustusmekanismeihin tarvittavia yhdisteitä ja siten altistaa sen taudeille ja tuholaisille.

Jopa typhen saatavuuden ollessa kohtuullisen matala ja sen salliessa heinä kasvun ainoastaan puolella teholla, tuottaa heinä terveen vihreän kasvuston niin kauan kuin typpilannoitus on jatkuvaa ja tasapainossa kasvin ravinnetarpeen kanssa. Heinän lehtien ja juurten pysyvän ja tasaisen typpipitoisuuden ylläpitäminen onkin yksi täsmälannoituksen keskeisistä tavoitteista. Kudosten typpipitoisuuden tulee joskus olla korkea, jotta kasvusto korjaantuu nopeasti talvihuhoista tai kulutuksesta johtuvista vaurioista. Kun pelipintojen laatu ja nopeat viheriöt ovat ensisijaisena tavoitteena, on heinä lehtien oltava jäykempiä. Lehtien jäykkyys voidaan saavuttaa vähentämällä lannoitusmäärää ja siten lehtien ja juurten typpipitoisuutta.



Typen lisäämisen vaikutus lehden typpipitoisuuteen (kuivapaino), muotoon ja väriin rön syröllillä. Kuva: Tom Ericsson.

KOLME PROSENTTIA TYPPEÄ LEHDISSÄ ON RIITTÄVÄSTI

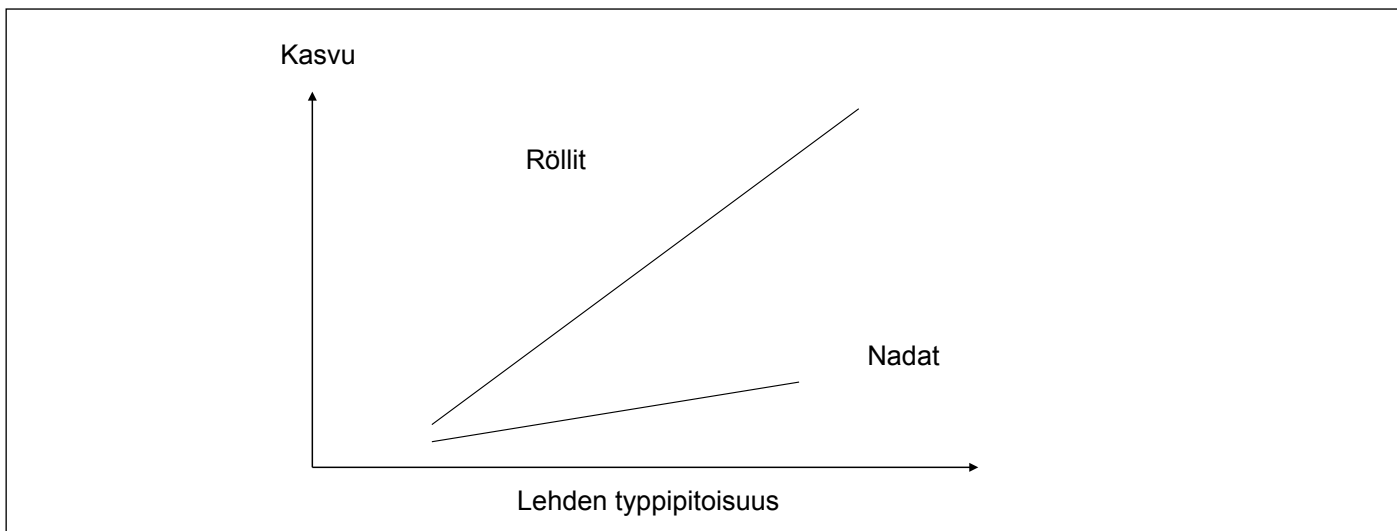
Täsmälannoituksessa tavoitteena on ravinnemäärä, jolla kasvin typpipitoisuus saadaan pidettyä mahdollisimman tasaisena. Kontrolloimalla kasvin typpitasoa lannoituksen avulla voidaan saavuttaa monia toivottavia heinän laatutekijöitä.

Kasvihuone- (Swedish University of Agricultural Sciences (SLU)) ja kentäkokeet (Landvik, Norway) osoittavat 3,1—3,5 % typpipitoisuuden kuivassa leikkuujätteessä olevan riittävä taso hyvän värin ja pelattavuuden saavuttamiseksi kylänurmikalla, rön syröllillä, nurmiröllillä, luhtaröllillä ja punanadalla. Tällä lehtien typpipitoisuudella kasvutahti oli noin 60 % maksimista ja kaikki testatut heinälajit osoittivat juurten parantunutta kehittymistä, jäykempiä lehtiä ja suurempia hiilihydraattivarantoja, kuin verrattaessa korkeampiin typpipitoisuuksiin ja maksimaaliseen kasvuun.

Jos nopeampaa kasvutahtia kuitenkin tarvitaan vaurioiden paranemista varten, noin 6 % typpipitoisuus kylänurmikan ja röllien kuivatussa leikkuujätteessä on hyväksyttävää ilman, että heinän ravinteidenotto kapasiteetti ylittyy.

Toisaalta nadat saavuttavat täyden kasvupotentiaalin typpipitoisuuden ollessa noin 5 % kuivatussa leikkuujätteessä.

Kokenut kentänhoitaja voi määritellä heinän värin perusteella, onko lannoitustaso oikea vai väärä. Leikkuujätteen määrä antaa myös selkeän signaalin heinän typpistatuksesta. Mikäli on kuitenkin epäselvää, miten lannoitusohjelma toimii, lehtianalysistä voi olla suuri hyöty. Lehtianalyysin perusteella mitataan kasvuston typpipitoisuus. Dressaushiekan joutumista näytteen sekaan tulisi välttää, sillä hiekanjyvien paino johtaa typpipitoisuuden aliarviointiin.



Kuva 8 – Heinälajien kapasiteetti hyödyntää typpeä kasvuun

EROAVAISUUDET ERI HEINÄLAJIEN VÄLILLÄ

Eri heinälajit hyödyntävät typpeä eri tavoin. Nopeasti kasvavat lajit (nurmikat ja röllit) kasvavat nopeammin kuin hitaasti kasvavat (nadat) typpipitoisuuden ollessa sama (Kuva 8). Hitaasti kasvavilla lajeilla tarvittu hiilihydraatin määrä tietyn lehtipinta-alan tuottamiseksi on korkeampi kuin nopeasti kasvavilla lajeilla. Mitä paksummat lehdet ja suurempi hiilihydraattien kulutus lehden kasvuun on, sitä matalampi on typpituottavuus eli kasvutahti otettua typpiyksikköä kohden. Tämä huomio on yleinen ja pätee kaikkiin kasveihin.

On hyvin tunnettu, että heinälajien kasvutahti on erilainen ja siten myös ravinnetarve. Kuitenkin näiden erojen suuruus on vähemmän tunnettua, mikä rajoittaa lannoitusesuunnitelmien luomisen tarkkuutta. STERF:n 2011 valmistunut tutkimus vertaili kylänurmikan, rönsyröllin, nurmiröllin, luhtaröllin ja punanadan kasvupotentiaalia ja ravinnetarvetta. Tulokset osoittivat, että kylänurmikan ravinnetarve oli vain 10 % suurempi, ja nurmi- ja luhtaröllin 30 % alhaisempi, kuin rönsyröllillä. Puistonata ja etelännata sijoittuivat vertailussa viimeisiksi,

niiden ravinnetarpeen ollessa 45 % ja 67 % rönsyröllin ravinnetarvetta alhaisempia. Myöhäisempien STERF projektien kokemukset ovat pääosin vahvistaneet tämän vertailun tulokset, mutta ”Fescue Green”- projektin (Laatikko 1, sivu 25) tulosten myötä suosittelemme, että lannoitetaso puhtailla punanata (molemmat alalajit) viheriöillä ja nata/nurmiröllin-sekaviheriöillä olisi 60 % rönsyrölliviheriöiden ravinnetasosta (Taulukko 1)

Tosiasiassa kokeemme ovat osoittaneet, että noin 1,6 kg N per 100 m² on riittävä määrä rönsyrölliviheriöillä keski- ja eteläosissa Pohjoismaissa. Tämä lannoitustaso antaa noin 3 % typpipitoisuuden kuivassa kasvinlehtimassassa ja kasvuvauhti on noin 60 % maksimaalisesta kasvuvauhdista.

On korostettava, että nämä suositukset koskevat vakiintuneita viheriöitä, joilla on hyvin tasapainossa oleva mikrobitoiminta kasvualustan yläosissa. 6–10 viikon kasvatuskauden aikana kylvön tai täydennyskylvön jälkeen lannoitustarve on yleensä kaksinkertainen verrattuna vakiintuneisiin viheriöihin.

Taulukko 1 – Joidenkin yleisimpien viheriöillä käytettävien heinälajien ravinnetarve.

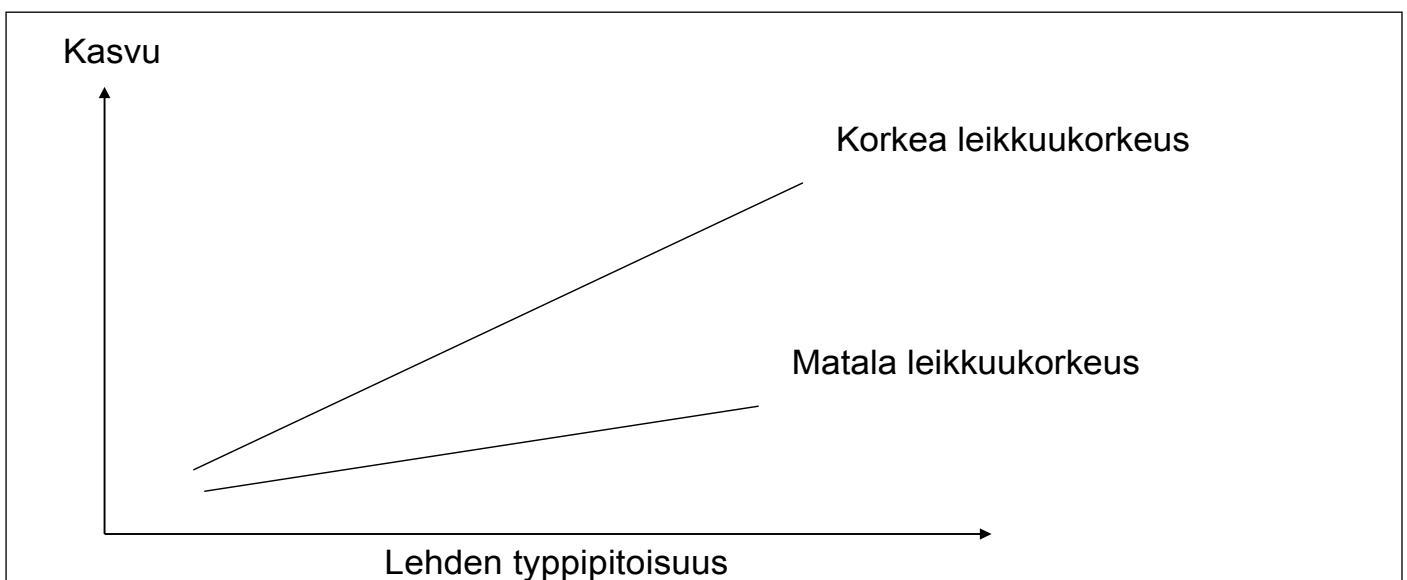
Laji / lajike	Sijoitus
Kylänurmikka (<i>Poa annua</i>)	1.12
Rönsyröllin (<i>Agrostis stolonifera</i> 'Independence')	1
Puhdas punanata ja nata/röllin (nurmi-, luhta- ja rönsyröllin) seokset	0.60



SOPEUTUMINEN ERILAISIIIN KASVUOLOSUHTEISIIN

Koska heinän kasvupotentiaalia kontrolloivat valon määrä, lämpö ja vesi, on lannoitustaso sovitettava kasvuolosuhteisiin. Varjo, korkea lämpötila ja kuivuus vähentävät kasvukapasiteettia. Mikäli jokin näistä häiritsee kasvua, tulisi lannoitustasoa laskea, jotta lehden typpipitoisuuden nousulta vältytään. Mikäli lannoitustasoa ei lasketa, lehtien kasvua lisätään juuriston kasvun kustannuksella. Lehdistä tulee pehmeämpiä ja hiilihydraattivarannot kudoksissa vähenevät. Tämä heikentää pelipintojen laatuja ja heinän kykyä vastustaa sienitautien ja muiden tuholaisten hyökkäyksiä.

Sama pätee leikkuukorkeuden laskemiseen ennen turnauksia. Kun lehtipinta-alaa pienenee, heinän kapasiteetti vastaanottaa auringon energiaa vähenee myös ja siten vähentää kasvukapasiteettia ja ravinnetarvetta (Kuva 9). Jotta heinän kasvuun lehdissä ja juuristossa ei tulisi muutoksia ja lehtirakennetta sekä kudosten hiilihydraattitasoja saadaan ylläpidettyä, lannoitusintensiteettiä tulee laskea.



Kuva 9 – Leikkuukorkeuden vaikutus heinän typen hyödyntämiseen.

MITÄ ON HYVÄ LANNOITE?

USGA-normein rakennetuilla viheriöillä on vähäinen kapasiteetti sitoa ja välittää ravinteita heinälle. Tämän tyyppisillä viheriöillä on hyvin tärkeää, että käytetty lannoite sisältää kaikkia tarpeellisia ravinteita. Ravinteiden huuhtoutumisvaaran vuoksi sekä määrien että ravinneannosten tulee vastata heinän tosiasiallista tarvetta. Golfnurmille on saatavilla laaja kirjo eri lannoitetuotteita ja niiden sisältö vaihtelee käyttötarkoituksen mukaan.

SLU:ssa tehdyt kattavat tutkimukset kasvien ravinnetarpeista osoittavat kuitenkin, että eri lajit ovat hyvin toistensa kaltaisia, kun verrataan niiden tarvitsemien eri ravinteiden suhteita toisiinsa. Ainoa löydetty eroavaisuus oli tarvittu kokonaisravinnemäärä riippuen heinälajin kasvukapasiteetista. Tämä oli odotettu löydös, sillä ravinteidenotto ja kasvu ovat läheisesti toisiinsa liittyviä prosesseja. Hiekkapohjaisille viheriöille hyvän lannoitteen tulisi siis sisältää kaikkia kasvin tarvitsemia ravinteita, taulukon 2 sarakkeen A osoittamina osuuksina. Kaikkien muiden ravinteiden paitsi typen osuus tässä sarakkeessa on hieman suurempi kuin mitä kasvuun tarvitaan. Koska kasvit ovat opportunisteja ravinteidenoton suhteen, jonkin verran ”luksus ravinteidenottoa” tapahtuu kun sarakkeen A mukaista lannoitetta käytetään. Tämä ylimääräinen ravinteidenotto on hyödyllistä ja tarjoaa kasville mahdollisuuden selviytyä jaksoista, jolloin ravinteiden saatavuus on rajallista. Mikäli sarakkeen A mukaista lannoitetta annetaan kasvua rajaavina määrinä, kasvi tulkitsee tilanteen kuten typen rajatessa kasvua. Kasvutahti hiipuu, jotta kasvi sopeutuu vähäisempään typen saatavuuteen ilman, että puutosoireita ilmenee, sillä kaikkia ravinteita on tarjolla annoksina, jotka täsmäävät vähäisempään kasvuun.

Kun kasvutahti hidastuu biomassan ja typen suhde säätyy siten, että lehtien typpipitoisuus laskee. Typpirajoitteiset

kasvuolosuhteet ovat toivottavia, kun pelattavuus on päätavoite, sillä lehden jäykkyyttä ja kapeampien lehtien muodostumista stimuloidaan. Kun nopea kasvutahti on toivottavaa, esimerkiksi vaurioiden korjaamiseksi, typen rajoitusta tulisi välttää. Tämä on helpointa saavuttaa kasvattamalla säännöllisen lannoituksen annostusta, kuin vaihtamalla lannoitetta korkeampityypiseen vaihtoehtoon.

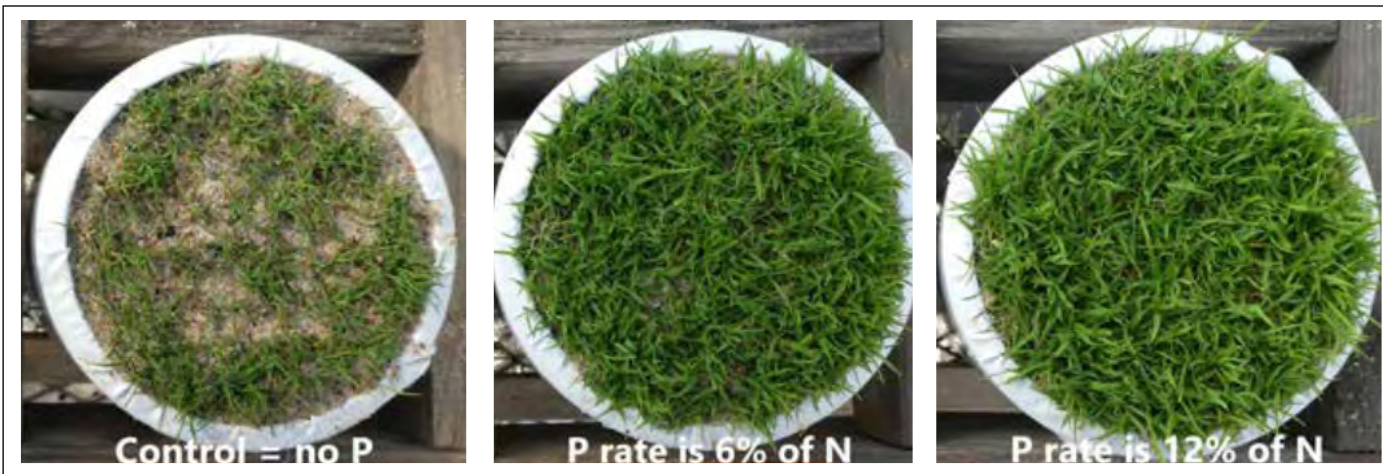
Samat ravinnetarpeet kaikkina vuodenaikoina

Ei ole todisteita siitä, että heinä tarvitsisi ravinteita erilaisissa suhteissa toisiinsa nähden kasvukauden aikana. Siten ei ole biologista syytä käytetyn lannoitteen sisällön muuttamiselle vuoden aikana. Kun taulukon 2 sarakkeen A mukaista lannoitetta käytetään kasvua rajoittavana annostuksena, heinän kasvu rajoittuu aina typen saatavuuteen. Muita ravinteita, kuten kaliumia kasvi ottaa niin sanotusti ”luksusmääränä” eli kaliumin otettu määrä ylittää kasvuun tarvittavan määrän. Lisäämällä kaliumia myöhäiskesällä tai syksyllä nurmelle, joka sisältää jo riittävästi tätä ravinnetta, ei ole vaikutusta heinän kykyyn selvitä matalissa lämpötiloissa. Fosforilannoituksen lisääminen keväällä maalämpötilan ollessa matala ja kun tasapainoista lannoitusta annetaan pieninä ja säännöllisinä annoksina, on turhaa. Kuten aiemmin todettua, vähäinen typenpuute ei aiheuta vakavia ongelmia heinän terveydelle ja todellisuudessa parantaa nurmipinnan laatua. Kaliumin, magnesiumin, raudan ja mangaanin eli toisin sanoen ravinteiden, jotka vaikuttavat läheisesti fotosynteesiin, puutosta on vältettävä. Tämä saavutetaan helpoiten käyttämällä kokonaisvaltaisia ja tasapainoisia lannoitteita jokaisella lannoituskerralla kauden aikana.

Taulukko 2 – Ravinteiden osuudet lannoitteessa (A) ja puutosoire diagnoosissa (B).

Makroravinteet	A	B	Mikroravinteet	A	B
Typpi (N)	100	100	Rauta (Fe)	0.7	0.2
Kalium (K)	65	30	Mangaani (Mn)	0.4	0.06
Fosfori (P)	14	8	Boori (B)	0.2	0.04
Rikki (S)	9	5	Sinkki (Zn)	0.06	0.05
Kalsium (Ca)	7	4	Kupari (Cu)	0.03	0.02
Magnesium (Mg)	6	4	Kloori (Cl)	0.03	*
			Molybdeeni (Mo)	0.003	*
			Nikkeli (Ni)**	*	*

*Ei luotettavaa dataa **Hyvin vähäinen tarve, voidaan poistaa lannoitteesta



P-lannoituksen vaikutus tiheyteen ja väriin rönsyröllikasvustoissa, kun kasvualustan P-arvo (Mehlich-3 P = 13 mg P/kg kasvualustaa) on hyvin matala, kahdeksan viikkoa kylvön jälkeen 12°C- kasvukaapissa. (P-arvot verrattuna N-arvoon vasemmalta oikealle: 0, 6 ja 12 %. Kuvat: Anne F. Øgaard.

Tarvitsevatko heinän taimet ylimääräistä fosforia (P) keväällä?

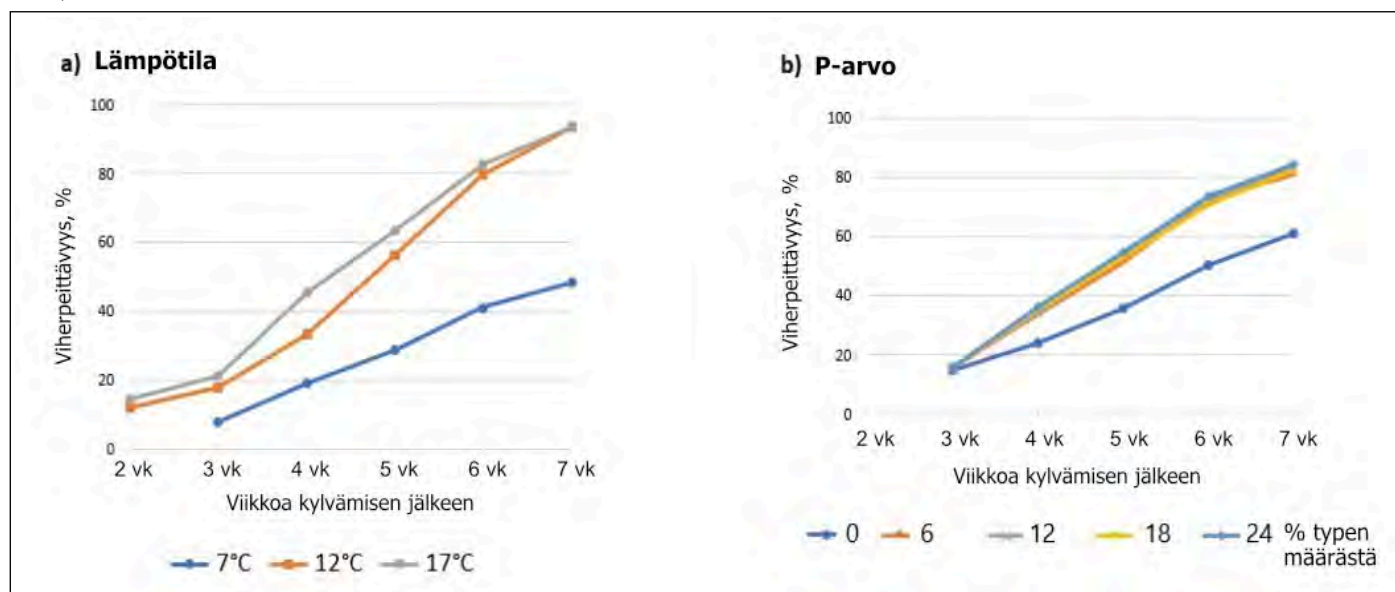
Taimettuminen on nurmikasvuston vakiintumiselle kriittinen vaihe. Verrattuna vakiintuneeseen kasvustoon, kasvatusvaiheessa olevan nurmen arvioidaan yleensä olevan herkempi matalille fosforiarvoille kasvualustassa, johtuen massaltaan pienemmästä ja lyhyemmästä juuristosta ja sillä on siten pienempi kasvualustan volyyymi käytettävissään fosforinottoon. Taimettumisvaihe tapahtuu usein keväällä talvituhojen jälkeen kylvetäessä, kun kasvualustan lämpötilat ovat matalalla. Näissä olosuhteissa suositellaan usein lannoittamista ennen kylvöä ”starttilannoitteilla”, joiden P-arvo on sama tai jopa korkeampi kuin N-arvo.

Yksi SUSPHOS-projektin merkittävimmistä löydöksistä oli se, että matalat kasvualustan lämpötilat eivät vaatineet korkeampia fosforiannostuksia ja, että lannoite, jonka P/N-suhde oli 6–12 % oli riittävä kasvuston vakiinnuttamiseen hiekkapohjaisessa kasvualustassa, jossa P-arvo on matala (ks. kuva).

Kuten kuvassa 10 (a) osoitetaan, lämpötila oli kriittisin tekijä nurmikasvuston nopeaan vakiinnuttamiseen. Fosforilannoitus edistää nurmen vakiintumista, mutta fosforimäärä, joka on 6–12 % typen arvosta oli yhtä hyvä, kuin korkeammalla fosforiarvolla (18–24 % N-arvosta), kuva 10 (b). Matala lämpötila oli enemmän rajoittava tekijä nurmen kasvulle, kuin nurmen fosforinotto. Tämä osoittaa, että optimaalinen typen ja fosforin suhde lannoitteessa (Taulukko 2, sivu 12) pätee sekä vakiintuneilla nurmilla, että kasvatusvaiheessa.

Lehtianalyysi diagnostisena työkaluna

Kun käytetään tasapainoista lannoitetta, joka sisältää kaikkia ravinteita, on puutosoireiden riski hyvin pieni. Kun ei tiedetä heinän ravinnestatus, lehtianalyysi voi paljastaa potentiaaliset ravinnepuutokset. Kuivan leikkuujätteen ravinnesisällön analysoiminen on yksinkertainen prosessi, mutta tämän datan oikeanlainen hyödyntäminen vaatii luotettavia vertailuarvoja. Koska leikkuujätteestä mitattu ravinteiden kokonaismäärä voi vaihdella suuresti, on



Kuva 10 – Lämpötilan vaikutus (7, 12 ja 17 °C) ja P-arvon (0, 6, 12, 18 or 24 % typen (N) arvosta) rönsyröllikasvuston vakiinnuttamisessa kasvukaapissa.

luotettavampaa arvioida eri ravinteiden suhteellista osuutta. Koska ravinteiden suhteelliset osuudet eivät vaihtele suuresti eri heinälajien välillä, voidaan epätasapaino ja puutokset huomata helposti. Taulukon 2 sarake B osoittaa eri ravinteiden matalimmat arvot verrattuna tyypeen (N=100), jolloin vakavia vaikutuksia heinän kasvuun ja muihin

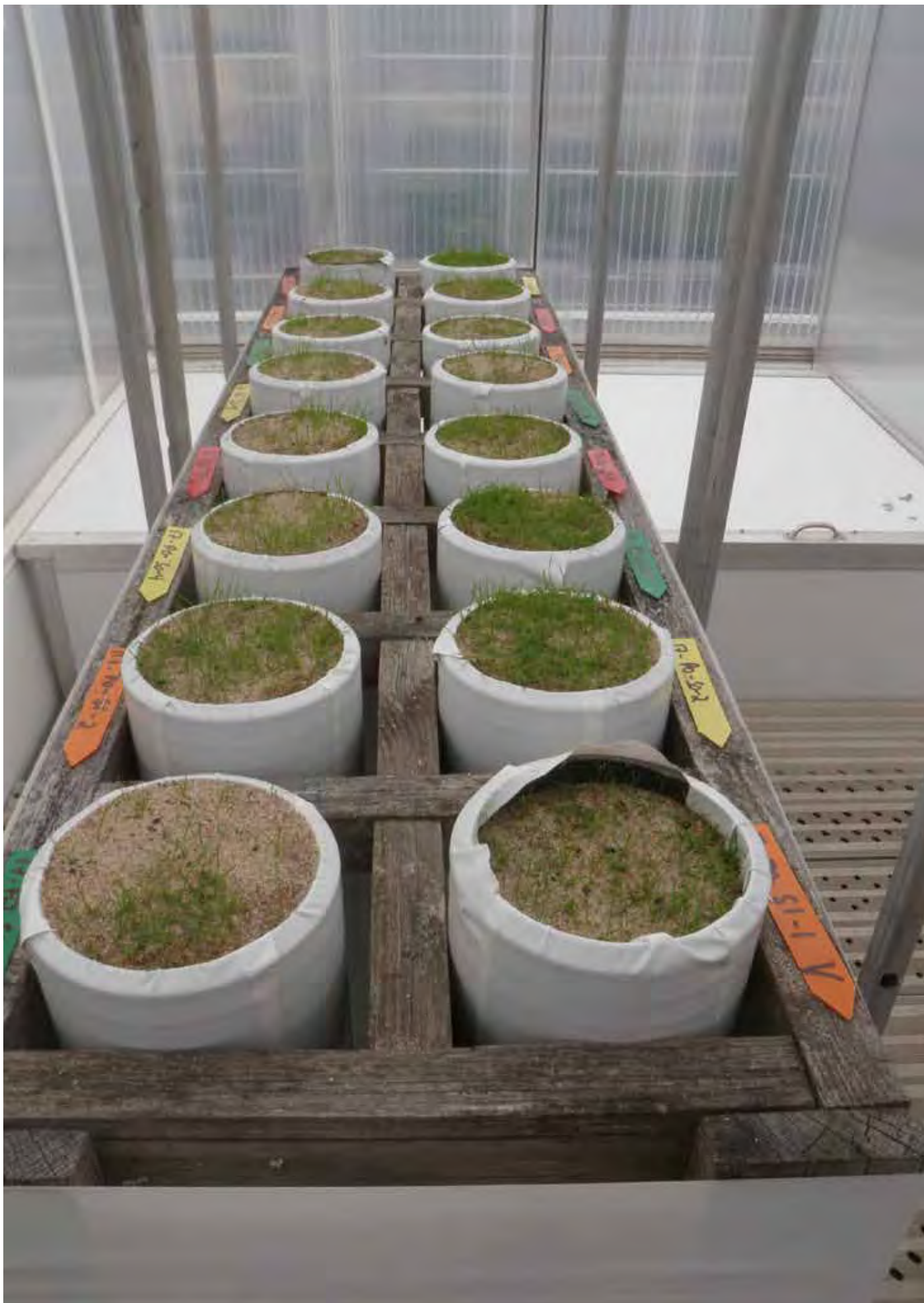
elintärkeisiin toimintoihin ei esiinny. Kun ravinteiden arvo putoaa alle tämän taulukossa esiintyvän vertailuarvon, on tämä ravinne tyyppiin sijaan kasvua eniten rajoittava tekijä. Tätä tilannetta on vältettävä ja ravinnepuutoksen syyt on tunnistettava ja eliminoitava.



Kuva osoittaa kuinka lannoitetason kasvattaminen (vasemmalta oikealle) vaikuttaa myös kuidun muodostumiseen. Nurmirölli. Kuva: Agnar Kvalbein.



Maaperän tyyppipitoisuudella on vahva vaikutus juuriston ulkonäköön ja massaan. Kuva: Tom Ericsson

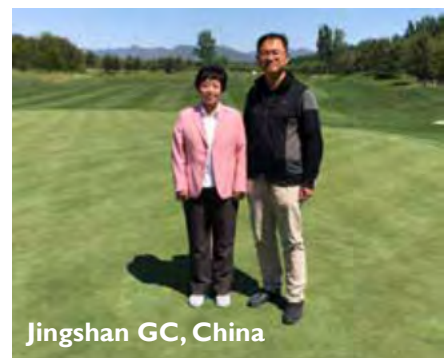


KUINKA OTTAA HUOMIOON KASVUALUSTAN OMINAISUUDET

Kasvualustan materiaali vaikuttaa myös ravinteiden saatavuuteen. Vanhoilla, vakiintuneilla viheriöillä, esimerkiksi niin sanotuilla ”push-up”-viheriöillä sekä vanhoilla viljelysmaalle perustetuilla väylillä, voi olla suuret ravinnevarannot, joita heinä voi hyödyntää. Nämä ravinteet vapautuvat maaperän partikkeleista liukenemalla, orgaanisen aineksen hajoamisella ja kemiallisten prosessien, kuten kationinvaihdon avulla.

Mikro-organismit hajottavat orgaanista ainesta ja sen sisältämät vapautuvat mineralisaation avulla. Mikäli kasvualustan orgaanisen aineksen pitoisuus on korkea, mineralisaation avulla saattaa vapautua suuria määriä typpeä ja vähentää tarvittavan typpilannoituksen tarvetta.

Fosfori, joka vapautuu kasvukauden aikana kemiallisten ja biologisten prosessien avulla kasvualustasta, on yleensä arvoaan matala hiekkaisissa kasvualustoissa, kuten USGA rakenteen viheriöissä. Hiekkaisilla kasvualustoilla on pienempi partikkelien pinta-ala ja siten verrattain vähän sitoutumispintoja fosfaatti-ioneille. Tämä saattaa aiheuttaa fosforin huuhtoutumista, kun sitä käytetään liiallisina määrinä lannoituksessa. Fosforia voidaan myös menettää pintavalumana, joko partikkelimaisena fosforina eroosion vaikutuksesta paljaista kasvualustoista tai viheriöpinnoilta lannoituksen tai jäätymisen jälkeen. Kasvualustan pH on kriittinen fosforin saatavuudelle, ja fosforinotto on parhaimmillaan 6.0–6.5 välillä (määritettynä H₂O -liuoksesta), mutta vähenee kun pH on tätä väliä matalampi tai korkeampi.



Koealueet SUSPHOS-projektissa.

Kestävä fosforilannoitus (SUSPHOS-projekti)

Tällä hetkellä ei ole olemassa yhteistä eurooppalaista suositusta nurmien lannoitukselle, joka ottaisi huomioon kasvualustan saatavilla olevan fosforiarvon. Maa-analyysiin perustuvat suositukset vaihtelevat maasta maahan riippuen maataloudessa käytetyistä analyttisistä metodeista. Ruotsissa, Norjassa ja Alankomaissa standardi laboratoriometodi fosforin mittaamiselle kasvualustasta on P-AL-metodi, Tanskassa se on Olsen-P-metodi ja Saksassa CAL-metodi.

Ruotsalaisessa ja norjalaisessa maataloudessa suositus on lisätä ylimääräistä fosforia (enemmän, kuin kasvuston mukana poistetaan), kun P-AL-pitoisuus on matalampi, kuin 40 mg/kg kasvualustaa (4 mg/100 g kasvualustaa). Tanskassa suositus on lisätä ylimääräistä fosforia (enemmän, kuin kasvuston mukana poistetaan), kun Olsen P on matalampi, kuin 25 mg/kg kasvualustaa (2.5 mg/100 g kasvualustaa, P-tal: 2.5). Saksassa suositellaan pitämään CAL-P pitoisuus välillä 31–60 mg/kg kasvualustaa.

Taulukko 3 – Ilmasto, kasvualustan ominaisuudet ja vuotuiset N-arvot SUSPHOS-projektin golfkentillä .

Paikka	Pitkän ajan vuosikeskiarvo		pH	Fosforin lähtötaso Mehlich-3 mg/kg kasvualustaa	Typen keskimääräinen annostus 2017–2020 kg N/100 m ²
	Ilman lämpötila °C	sademäärä mm			
Dütetal, Saksa	9.1	830	6.7	15	2.1
Falkenberg, Ruotsi	9.0	872	6.0	35	2.0
Jingshan Lake, Kiina	12.0	507	8.3	8	1.2
Landvik, Norja	7.8	1416	5.9	26	2.0
Princenbosch, Alankomaat	10.9	834	6.3	7	0.4

Yksi SUSPHOS-projektin tavoitteista oli tutkia, voidaanko fosforilannoitusta golfviheriöillä vähentää, aiheuttamatta negatiivisia vaikutuksia kasvuston laadulle. Käytimme Mehlich-3-metodia fosforin analysoimiseksi, koska Yhdysvaltojen lannoitus-suositukset 'Sufficiency Level of Available Nutrients' (SLAN) ja 'Minimum Level of Sustainable Nutrition' (MLSN) perustuvat tähän analysointimethodiin. Kun kasvualustan pH on alle 7.0, suurpiirteiset käännökset eurooppalaisissa laboratorioissa tuotetuista analyyseistä Mehlich-3-arvoihin ovat:

- Mehlich-3 (mg/kg) = P-AL (mg/kg) x 1.47 + 0.1
- Mehlich-3 P (mg/kg) = 4.37 x Olsen-P (mg/kg) – 39.5

Kun käännetään P-AL arvoja Mehlich3- arvoiksi, perinteinen suositus Norjassa ja Ruotsissa on lisätä ylimääräistä fosforia, kun Mehlich-3 P on 59 tai matalampi ja Tanskassa suositus on lisätä ylimääräistä fosforia, kun Mehlich-3 P on 69 tai matalampi. Lannoitus-suositus MLSN ohjeistaa ylläpitämään Mehlich-3 kasvualustan fosforiarvon 18mg/kg kasvualustaa minimi ”turvarajana” hyvännäköisen kasvuston saavuttamiseksi. Tämä on alle 1/3 pohjoismaisista suosituksista maataloudessa.

SUSPHOS-projektissa MLSN-suositusta testattiin viidellä eri golfkentällä ympäri maailmaa ja vertailtiin vanhaan amerikkalaiseen SLAN-suositukseen 54 mg P/kg kasvualustaa, mitä on usein käytetty yhdysvaltojen golfkentillä ja joka on lähellä pohjoismaisia maatalouden P-suosituksia. Kolmas käsittely oli Täsmälannoitus-suositusten mukainen lannoitus, joka on aiemmin selitetty tässä käsikirjassa, eli lannoittamalla aina fosforimäärällä, joka on 12% typen määrästä. Näitä kolmea suositusta verrattiin kontrollialueeseen (ei fosforia) kenttäkokeissa vuodesta 2017, vuoteen 2020 USGA-viheriöillä golfkentillä Saksassa,

Ruotsissa, Kiinassa, Norjassa ja Alankomaissa eri ilmasto-olosuhteissa ja erilaisilla hoitokäytännöillä (Taulukko 3) Koeviheriöt Saksassa ja Ruotsissa olivat hyvin samankaltaiset 50/50 kasvustolla rönsyröllisiä ja kylänurmikkaita, kun taas rönsyrölliviheriöillä Norjassa ja Kiinassa oli hyvin vähäinen määrä kylänurmikkaita (0–10%). Viheriö Alankomaissa oli nataröllisekaviheriö, hyvin pienellä typpilannoituksella.



Koeviheriö Dütetal Golf Club (Saksa) jaettuina 16 2x2 m ruutuihin, jotka saivat neljää eri annostusta fosforilannoitetta. Kuva:W. Pramässing.

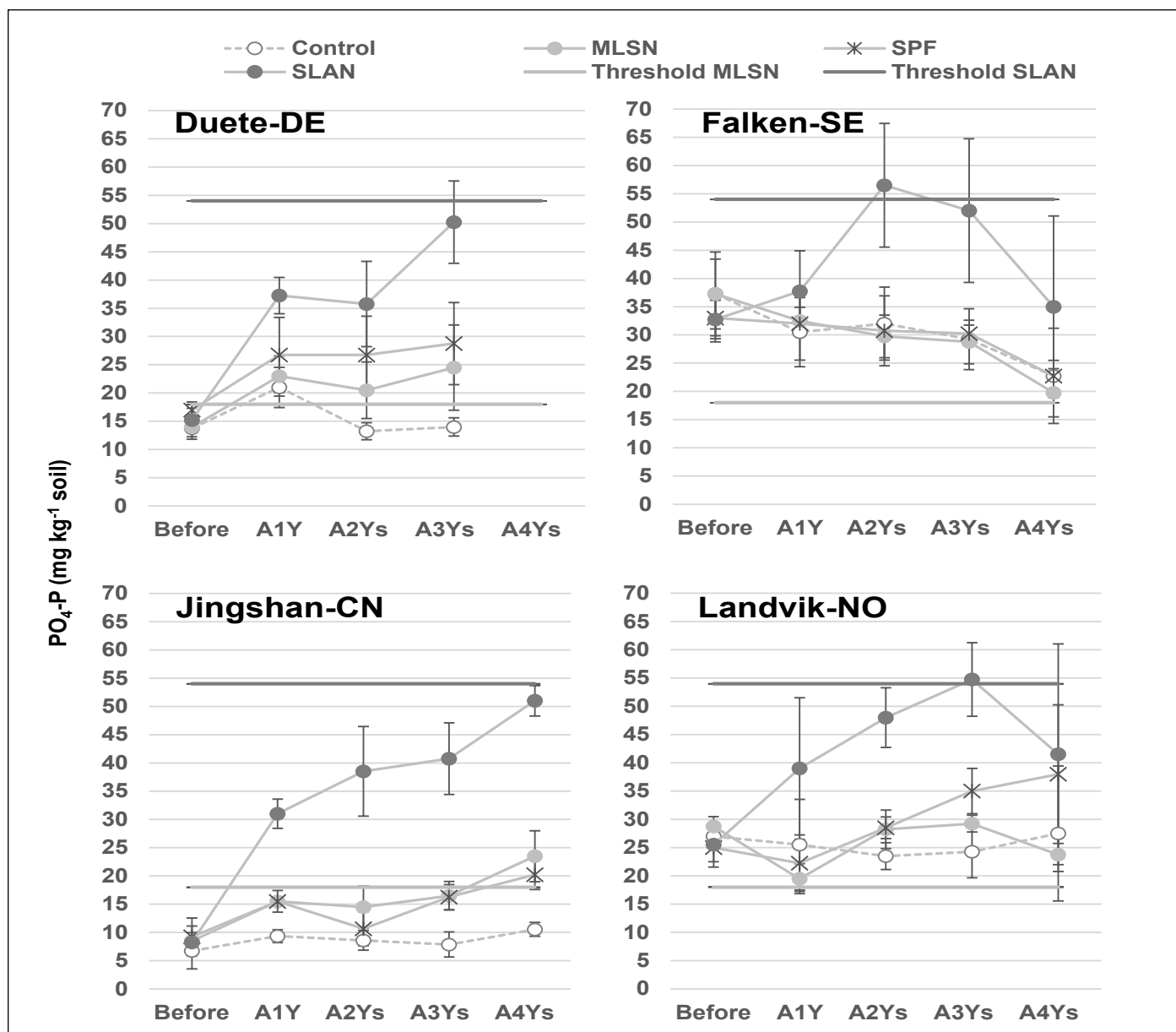
Fosforia annettiin kuukausittain huhtikuusta lokakuuhun nestemäisenä liuoksena triplafosfaattia (Ca(H₂PO₄)₂, 20 % alkuaine P). Kaikki ruudut saivat saman annostuksen tyyppiä (Taulukko 4) ja muita ravintietä, lukuunottamatta fosforia. Maa-analyytit otettiin kaikista ruuduista marraskuussa ja tuloksia käytettiin laskemaan seuraavan vuoden fosforiannostus MLSN ja SLAN käsittelyissä.



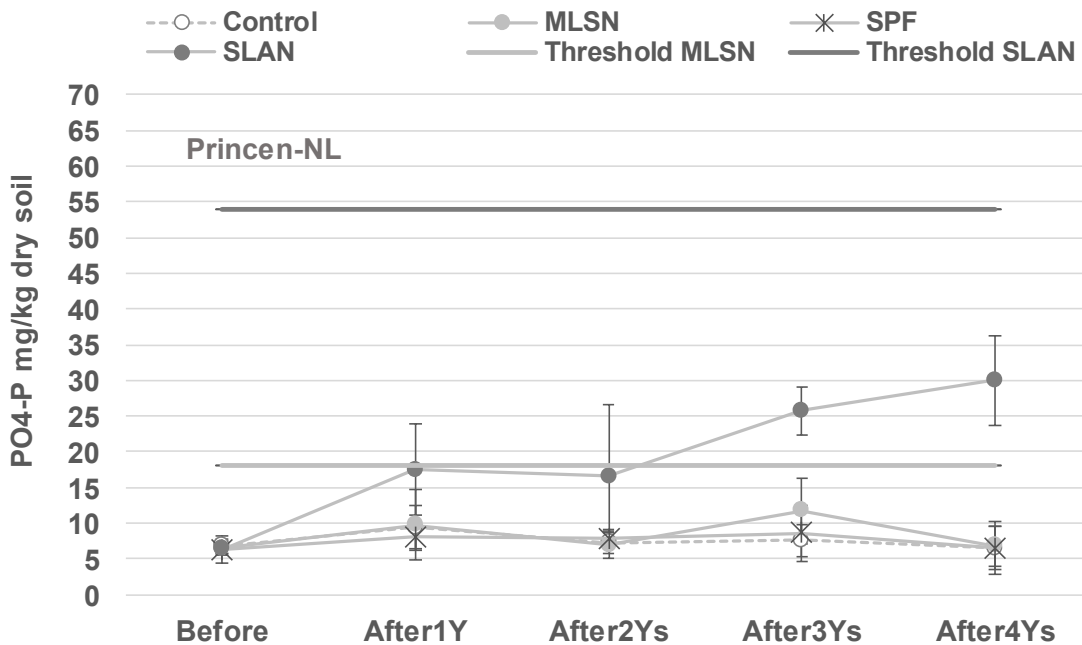
Fosforilannoitus tehtiin käsi­käyttöisellä ruiskulla, levittäen nestemäistä liuosta triplafosfaattia seuraten eri lannoitus­suositusten arvoja. Kuva: Majvor Sintorn.

Kasvialustan fosforiarvojen kehitys

Kuten osoitettu kuvissa 11 ja 12, SLAN- käsittelyt lisäsivät kasvialustan fosforiarvoja huomattavasti verrattuna muihin käsittelyihin, joissa oli vähemmän tai ei lainkaan fosforia. Kaksi vuotta korkeiden fosforiannosten jälkeen rönsyrölliviheriöillä (kuva 11), kasvialustan P-arvo saavutti melkein raja-arvon 54 mg/kg kasvialustaa, mutta nata/ rölliviheriöillä Alankomaissa sama suuri annostus johti vain vähäiseen ja hitaaseen P-arvon nousuun. Seuraavat maa-analyysin osoittivat, että kaikilla viheriöillä oli matala fosforinpidätyskyky, eli vähän sitoutumispintoja fosfaatti-ioneille. Korkean P-arvon annostukset antoivat enemmän fosforia, kuin leikkuujätteen mukana poistui ja näin korkeat fosforiannostukset tuottavat väistämättä riskin fosforin huuhtoutumiselle. Jopa Sterfin Täsmälannoituksen mukainen annostus, 12% P / N-arvosta, on todennäköistä olettaa, että jonkinasteista fosforin huuhtoutumista tapahtuu, kun kasvialustan P-arvoja ei otettu huomioon.



Kuva 11 – Muutokset kasvialustan P-arvoissa koejakson aikana ja niiden vaste eri fosforilannoitus­suosituksiin neljällä rönsyrölliviheriöillä. Ennen kuin koejakso alkoi (Before), yksi vuosi kokeen jälkeen (A1Y), kaksi vuotta kokeen jälkeen (A2Ys), kolme vuotta kokeen jälkeen (A3Ys) ja neljä vuotta kokeen jälkeen (A4Ys, ei dataa Duetesta-DE). Vaaleanharmaa viiva = MLSN suositusarvot (18 mg/kg kasvialustaa); tummanharmaa viiva = SLAN suositusarvot (54 mg/kg kasvialustaa).



Kuva 12 – Muutokset kasvialustan P-arvoissa koejakson aikana ja vaste eri fosforilannoitus-suosituksiin nata/rölliviheriöllä Princenbosch, Alankomaat. Ennen kuin koejakso alkoi (Before), yksi vuosi kokeen jälkeen (A1Y), kaksi vuotta kokeen jälkeen (A2Ys), kolme vuotta kokeen jälkeen (A3Ys) ja neljä vuotta kokeen jälkeen (A4Ys). Vaaleanharmaa viiva = MLSN suositusarvot (18 mg/kg kasvialustaa); tummanharmaa viiva = SLAN suositusarvot (54 mg/kg kasvialustaa).

Kasvuston laatu ei muuttunut eri fosforiannostuksilla

Visuaalinen kasvuston laatu, jota arvioitiin kuukausittain vuodesta 2017, vuoteen 2022 kaikilla viidellä koeviheriöllä, ei osoittanut merkittäviä muutoksia riippumatta erilaisista fosforiannostuksista. Kaikilla koealueilla kasvuston laatu

vaihteli kauden aikana ja kausien välillä ja joinain vuosina se heikentyi talvihuhoista tai kuumista kesistä johtuen, mutta ei koskaan vaihdellut fosforilevityksistä ja kasvialustan P-arvosta johtuen.



Kasvialustanäytteet otettiin koeviheriöiltä vuosittain marraskuussa vuodesta 2017 vuoteen 2020. Tässä Dütetal Golf Club Saksassa. Kuva: Anne F. Borchert.

P-arvo vaikutti kylänurmikan määrään vain yhdellä koeviheriöistä

Monet tutkimukset ovat osoittaneet fosforilannoituksen ja verrattaen korkeiden kasvualustan P-arvojen voivan suosia kylänurmikkaa. Vain yhdellä koeviheriöllä Falkenbergissä, Ruotsissa tämä havainto vahvistettiin SUSPHOS-projektin aikana. 50/50 rönsyrölli/kylänurmikkaviheriöllä kylänurmikan osuus lisääntyi 2–3 % koeruuduissa, jotka saivat fosforilannoitusta, verrattuna kontrolliruutuun, jossa fosforilannoitusta ei tehty. Sääolosuhteet ja kentänhoito (erityisesti kastelu) vaikuttivat paljon vahvemmin kylänurmikan lisääntymiseen, kuin fosforilannoitus.

Kasvukammiokeet vakiintuneella kasvustolla

Koepalat, joiden Mehlich-3 P kasvualusta arvo oli 34 mg/kg kasvualustaa 4–6-vuotiaalta rönsyrölliviheriöltä vietiin kasvukammioon lannoitettavaksi kasvavilla P-annostuksilla (fosforihappo) joko lehti- tai rakeisella lannoituksella. Kasvukammiokeet vahvistivat kenttäkokeet, sillä tulokset eivät osoittaneet parantunutta väriä tai kevään kasvuun lähtöä kasvavilla P-annostuksilla, eivätkä eroa lehti- tai rakeisen lannoituksen välillä.

Vaikuttaako fosforilannoitus juuriston syvyyteen?

Juuriston syvyyttä mitattiin kuukausittain kaikilla koeviheriöillä (katso kuva) koko projektin ajan. Riippumatta eri P-käsittelyistä, juuriston syvyys vaihteli laajasti ja säännöllisesti jokaisen koivuoden aikana koalueiden välillä. Tulokset osoittavat, että muut tekijät, kuin matala tai korkea fosforilannoitus vaikuttavat juuriston syvyyteen.

SUSPHOS-projekti – yhteenveto:

SUSPHOS-projektin osoittanut, että kasvualustan P-arvon ylläpitäminen 18 mg P/kg kasvualustaa (Mehlich-3 P) voidaan suositella eri ilmasto- ja hoito-olosuhteissa viheriöille, joiden fosforinsidontakyky on matala. Korkeammilla kasvualustan fosforiarvoilla on kasvanut riski fosforin huuhtoutumiselle ympäristöön ilman, että kasvuston laatua saadaan parannettua. Sterfin Täsmälannoitus-suositus 12% fosforiannostuksesta typen arvoon huomioimatta kasvualustan fosforiarvoa, oli turvallinen suositus kaikille kasvusto tilanteille, mukaanlukien vakiinnuttamisvaiheen, mutta johti liialliseen fosforiannostukseen kasvualustoilla, joiden fosforiarvo on korkea. Matalan typpiannostuksen viheriöillä, kuten esimerkillistettynä Princenboschissa (Alankomaat), suositusta ylläpitää Mehlich-3 P-arvoa 18 mg/kg voidaan seurata, tai jopa madaltaa, koska fosforin poistaminen leikkuujätteen mukana on vähäistä. Korkeamman typpiannostuksen, kuten rönsyrölli/kylänurmikka viheriöillä tässä projektissa, suositus ylläpitää kasvualustan Mehlich-3 P arvossa 18 mg/kg, voidaan seurata. Muista ottaa maa-analysejä säännöllisesti tarkistaaksesi kasvualustan P-arvot. Jos P-AL tai Olsen-P metodeja käytetään laboratoriossa, käännöstä Mehlich-3 P-arvoksi (selitetty sivulla 17) voidaan hyödyntää, kun kasvualustan pH on alle 7.0.



Falkenberg, Ruotsi. Korkeat fosforiannostukset johtivat 2–3 % kylänurmikan määrän lisääntymiseen. Kuva: Kim Sintorn.



Kasvualustanäyte juuriston syvyydeltä otettuna Landvikin (Norja) koalueelta juuriston pituuden määrittämiseksi. Kuva: Anne F. Borchert.

SUOSITUKSET KAUDENAIKAISEEN LANNOITUSJAKAUMAAN

Tässä osiossa suosittelemme ohjeistusta täsmälannoitukseen ja korkean kasvuston laadun saavuttamiseksi. Suositellun typpiannostuksen kauden aikana on tarkoitettu sallia kasvu noin 60 % maksimaalisesti kasvusta ja ylläpitää lehtien sisältämän typen osuus noin 3 % kuivatussa lehtimassanäytteessä. Näitä arvoja tulisi käsitellä ohjearvoina. Erilaisen olosuhteiden vaikutuksesta, kuten sääolosuhteiden vaihtelu, viheriörakenne ja heinäajit, voi joskus olla tarpeen poiketa ohjearvoista ja joko laskea tai nostaa ravinnemäärää. Lannoitusmäärät pätevät vakiintuneille viheriöille, joiden mikroeliöstö on saavuttanut huippunsa.

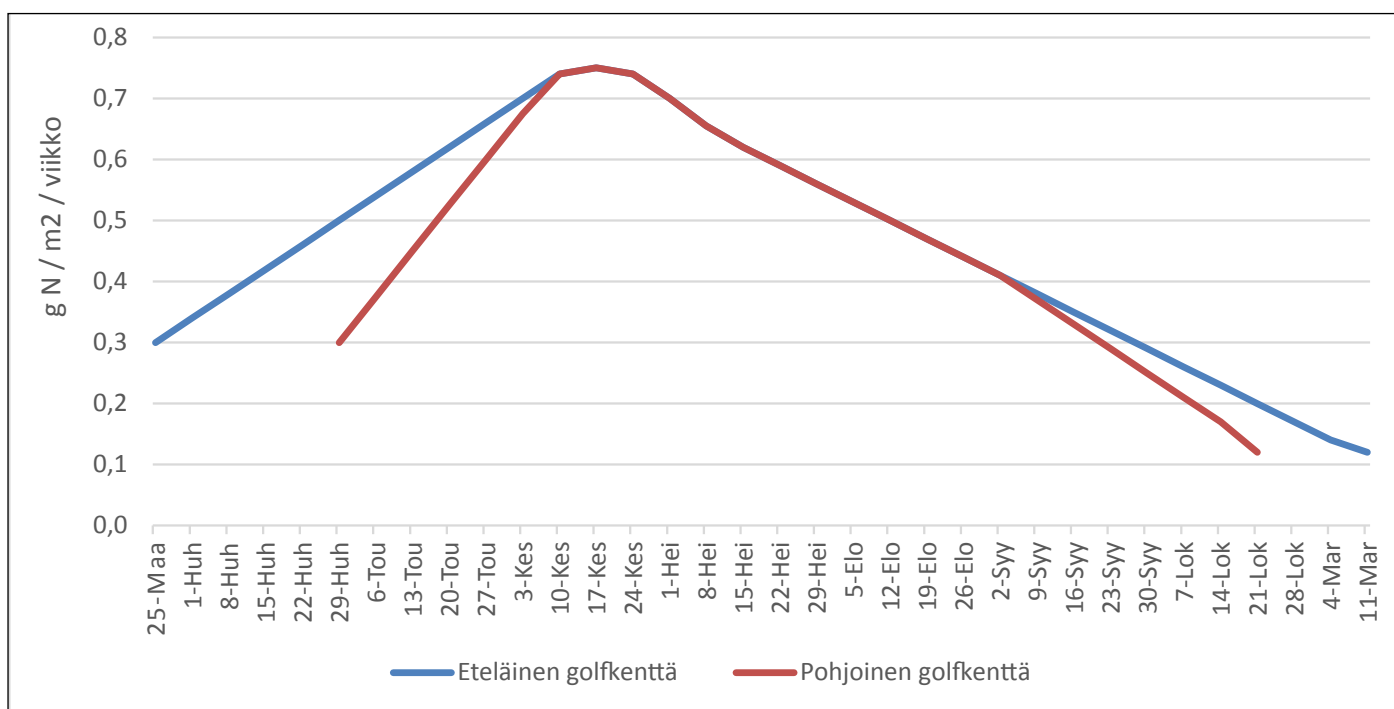
Ensimmäinen (2011) versio tästä käsikirjasta suositteli symmetristä lannoitusjakaumaa ja säännöllistä viikoittaista ”kesäannostusta” kesäkuun puolivälistä syyskuun alkuun kaikissa Pohjoismaissa. Viheriöiden säännöllisen maksimaalisen kesäannostuksen suositeltiin olevan 0,06–0,07 g N/m²/viikko rönsyröllillä; korkeampia annostuksia suositeltiin kylänurmikalle ja matalampia annostuksia nurmiröllille, luhtaröllille ja punanadalle Taulukon 1 mukaisesti. Kevätlannoitusta suositeltiin aloittamaan, kun kasvualustan lämpötilat ylittivät 7°C, lineaarisesti viikoittain kasvavilla annostuksilla kesäkuun puoliväliin asti, kun taas syyslannoituksen annostusten tuli vähentyä lineaarisesti, viimeisen lannoituksen ollessa noin kaksi viikkoa leikkuun lopettamisen jälkeen.

Useimpien suositusten ollessa yhä paikkansa pitäviä, olemme kuitenkin tarkistaneet lannoituskäyrän muotoa

(Kuva 13) perustuen uuteen tutkimustietoon STERF:n ”Nataviheriö” (2012–2015, Box 1) ja ”Syyslannoitus” (Box 2) projekteista. Osin tämä selittyy mineralisaatiolla, erityisesti typen osalta, mutta myös fosforin ja rikin mineralisaation kasvualustan orgaanisesta aineksesta, jota tapahtuu yleisesti korkeissa kasvualustan lämpötiloissa ja riittävässä kasvualustan kosteudessa loppukesästä. Mineralisaation taso riippuu tietysti orgaanisen aineksen pitoisuudesta ja mikrobiaktiivisuuden ja orgaanisen aineksen tyypistä kasvualustassa. Kompostipohjaisilla maa-aineksilla on korkeampi mineralisaatiopotentiaali, kuin maa-aineksilla, joissa on turvetta. Myös vanhoilla viheriöillä, joille on muodostunut kuitua, on suurempi mineralisaatiopotentiaali kuin nuorilla viheriöillä. Säännöllinen ilmastus stimuloi aerobisia bakteereja, jotka hajottavat orgaanista ainesta sellaiseen muotoon, joka on kasvien hyödynnettävissä.

Toinen muokkaus, jonka teimme, kun uudelleen tarkastelimme käsikirjaa, oli kevään ensimmäisen lannoituksen aloituksen ajoituksen raja-arvon muutos 6–7 °C-asteesta 5–6 °C-asteeseen. Maataloudessa käytetään usein viittä tai kuutta celsiusastetta raja-arvona.

On tärkeää muistaa, että lannoituskäyrä, jota suositellaan Kuvassa 13, perustuu kokemuksiin rönsyröllin kasvatamisesta hiekkapohjaisilla viheriöillä. Lannoituskäyrän muodon tulisi kuitenkin olla validi myös puhtaille punanata tai nata/röllisekaviheriöille. Tässä tapauksessa



Kuva 13. Suositellut lannoitusmäärät vakiintuneilla, hiekkapohjaisilla rönsyrölliviheriöillä Pohjoismaiden etelä- ja pohjoisosissa. Viikoittainen lannoitusannostus nousee jopa 15 ja 12 g N/m² molemmilla alueilla.

viikoittaista lannoitusannostusta voidaan laskea noin 40 % verrattuna rönsyrölliin.

Kylänurmikalla on korkeampi ravinnetarve, kuin rönsyröllillä ja se myös jatkaa kasvamistaan matalammissa lämpötiloissa syksyllä. Monet kentänhoitajat ovat havainnoineet, että kylänurmikka viheriöleikkukorkeudessa saattaa kärsiä antraknoosista (*Colletotricum graminicola*), jos lannoitusannostusta lasketaan liiaksi heinäkuussa ja elokuussa. Kentänhoitajat, jotka tähtäävät parhaan laadun saamiseksi kylänurmikalla, jokseenkin ”lihavampi” lannoituskäyrä, suuremmilla typpiannostuksilla loppukesästä ja alkusyksystä saattaa antaa tiettyjä hyötyjä verrattuna Kuvan 13 mukaiseen lannoituskäyrään. Tämä vaatii kuitenkin lisätutkimuksia aiheesta.



Hyvää juuriston kehitystä nurmirölliällä, joka lannoitettiin 60% maksimaalisesta lannoitusannostuksesta. Kuva: Agnar Kvalbein.

Box 1: Lannoitusjakauma koe STERF-projektissa ”Nataviheriö”

Lannoitusjakauma koe suoritettiin elokuun puolivälistä 2013 elokuun puoleenväliin 2015 USGA viheriöllä, jonka kasvusto oli 84 % punanataa ja 16 % kylänurmikkaa NIBIO Landvikin Urheilunurmien tutkimuskeskuksessa. Viikoittainen lannoitus tehtiin annostuksella 11 g N/m² tasapainoisena nestemäisenä lannoitteena Taulukon 2 määrien mukaisesti. Vuotuisen lannoitusmäärän prosentuaalinen osuus eri vuodenaikoina aikana vaihteli seuraavasti:

	Vuodenaika				
	Alku- keväät: 31 Maal. – 4 Tou.	Loppu- keväät / alkukesä: 5 Tou. – 22 Kes.	Keski- kesä: 23 Kes. – 10 Elo.	Loppu- kesä / alku- syksy: 11 Elo. – 29 Syys.	Loppu- syksy: 30 Syys. – 17 Mar.
1. Kevät+	6.2 %	43.2 %	28.9 %	14.6 %	7.2 %
2. Flat rate	6.2 %	28.9 %	28.9 %	28.9 %	7.2 %
3. Syksy+	6.2 %	14.6 %	28.9 %	43.2 %	7.2 %

Tulokset osoittivat, että käsittelyt 1) Kevät+ ja 2) Flat rate, tuottivat keskimäärin korkeamman kasvuston laadun, kuin 3) Syksy+ koko koejakson ajan. Ainoa poikkeus oli loppusyksy ja alkukevät, jolloin ”Syksy+” tuotti korkeamman kasvuston laadun ja nopeamman kevään kasvuunlähdon. Maaliskuun 15. – 10. elokuuta, eli suurimman osan pelikaudesta, korkein laatu saavutettiin ”Kevät+”- lannoituksella.

Box 2: Syyslannoitus

STERF:n syyslannoitusprojektissa levitettiin neljällä eri annostuksella samaa tasapainoista lannoitetta (Taulukko 2) syyskuun alusta joulukuun alkuun hiekkapohjaisille rönsyrölli tai kylänurmikka viheriöille. Viikoittaiset annostukset (0.04, 0.08 ja 0.12 g N/m²/viikko) aloitettiin 1. syyskuuta (viikko 37) ja niitä laskettiin lineaarisesti nolnaan siten, että viimeiset käsittelyt tehtiin 1. joulukuuta (viikko 49). Typen kokonaismäärä kolmentoista viikon aikana oli eri annostuksilla 2.8, 5.6 ja 8.4 g N/m². Kontrollialueeksi jätettiin käsittelemätön alue.

Koe on selitetty yksityiskohtaisesti Liitteessä I, STERF:n käsikirjassa ”Turfgrass Winter Stress Management”. Merkittävimmät johtopäätökset olivat:

1. Syyslannoitus tuotti nopeamman kevään kasvuunlähdon
2. Matalin lannoitusannostus (alkaen 0.04 g N/m²/viikko) 1. syyskuuta ei lisännyt typen huuhtoutumista verrattuna kontrollialueeseen. Korkeammat lannoitusannostukset lisäsivät typen huuhtoutumista huomattavasti, ollen jopa 50 % typen osuudesta suurimmalla lannoitusannostuksella.
3. Lannoitusannostusten kasvattaminen syksyllä aiheutti lineaarisen madaltumisen pakkasenkestossa noin -36°C-asteesta kontrollialueella noin -26°C-asteeseen korkeimmalla annostuksella. Vastaava pakkasenkeston heikentyminen kasvavilla lannoitusannostuksilla oli kylänurmikalla -20 -> -16 °C.
4. Molemmilla heinälajeilla oli noin nelin – viisinkertainen kasvu *microdochium* (*fusarium/lumihome*) paineessa, kun lannoitusannostusta kasvoi 2.8 -> 5.6 g N/m². Vertailuna matalimmalla lannoitusannostuksella 2.8 g N/m², ei aiheutunut suurempaa *microdochium* painetta, kuin käsittelemättömällä kontrollialueella.

Kaiken kaikkiaan nämä tulokset tukevat vahvasti lannoituskäyrän muotoa Kuvassa 13, eli lannoituksen jatkamista pienillä ja vähenevillä annostuksilla noin 2–3 viikkoa kauden viimeisen leikkuaan jälkeen.

KUINKA RAKENTAA TÄSMÄLANNOITUSKÄYRÄ GOLFKENTÄN VIHERIÖILLE?

1. Valitse lannoite tai yhdistelmä lannoitteita, jotka sisältävät kaikkia makro- ja mikroravinteita. Jos Mehlich-3 fosfori tasot ovat kasvualustassa 18 mg P/kg kasvualustaa tai korkeammat, lannoitetta ilman fosforia voidaan suositella vakiintuneille viheriöille. Huolehdi vain, että Mehlich-3 P arvo kasvualustassa ei ole alle 18 mg P/kg. Tasapaino ravinteiden välillä tulisi olla suurin piirtein Taulukon 2, sarakkeen A mukainen. Nestemäiset lannoitteet ovat käteviä pieniin ja säännöllisiin lannoituksiin, mutta yhdistelmät rakeisista ja nestemäisistä lannoitteista ovat myös käyttökelpoisia.

Näin muunnat lannoitteen prosentteina ilmoitetun ravinnesisällön painoyksiköiksi. Typpi, N, muodostaa pohjan muiden ravinteiden määrien vertailulle, joten Typen arvoksi annetaan 100: Oletetaan, että lannoite sisältää ravinteita N-P-K suhteessa 11-2-5. Kun N arvo on 100, fosforin painoarvo, P, on siten $2/11 \times 100 = 18P$ ja kaliumin painoarvo, K, on $5/11 \times 100 = 45K$.

2. Täsmälannoitus perustuu usein ja pienillä annoksilla tehtävään lannoittamiseen. Suosittava lannoitustahti on kerran viikossa ja kahden viikon välein on ehdoton maksimiraja välitykselle. Tämä mahdollistaa myös lannoitusmäärän säätämisen kauden aikana lyhyellä varoitusajalla, mikäli sääolot, heinän kehitys tai pelipintojen laatu niin vaatii.
3. Onnistunut nestelannoitus pieninä annostuksina vaatii nykyaikaisen ruiskun ja käyttötarkoitukseen sopivat suuttimet. Pintalamittari on myös suositeltava. Ruiskun on oltava sellainen, että se on aina kalibroituavissa.
4. Aloita lannoitus keväällä, kun vuorokauden keskilämpötila kasvualustan ylimmässä 5 cm on vähintään 5–6 °C ja kun heinän kasvu on alkanut. (Kuva 13).
5. Rönsyröllillä aloitus annostuksen keväällä tulisi olla 0,03 kg N / 100 m² / viikko. Laske lannoiteannostus muille heinälajeille käyttämällä Taulukon 1 listausta (sivu 9).
6. Kasvata lannoiteannostusta aloitustasosta asteittain maksimitasolle kevään aikana, kun heinän kasvutahti lisääntyy.
7. Rönsyröllillä maksimiannostus voi olla 0,075 kg N / 100 m² / viikko. Mikäli kasvuston korjaantumista vaaditaan, voidaan annostusta kasvattaa 60 %.
8. Noin heinäkuun alusta, viikoittaista lannoitusannosta voidaan vähentää pienissä osissa arvoon 0,04 g N/m² /viikko syyskuun alussa riippuen viheriön orgaanisen aineksen mineralisaatiopotentiaalista.
9. Tasainen väri ja leikkuujätteen määrä läpi kesän on hyvä indikaatio siitä, että lannoitus-suunnitelma toimii oikein. Jos on epävarmuutta ohjelman tarkkuudessa, kasvustonäytteitä voidaan ottaa typpipitoisuuden määrittämiseksi. Polttamalla orgaaninen aines näytteestä, voidaan korjata dressaushiekan osuus määrittää pois näytteistä. Muutoin on riski typpipitoisuuden aliarvioimisesta.
10. Syyskuun alusta lannoitusannostusta asteittain viimeiseen käsittelyyn noin kaksi viikkoa kauden viimeisestä leikkuusta.
11. Muokkaa lannoitusta kentän mikroilmaston mukaisesti. Varjoisilla paikoilla sijaitsevat viheriöt kasvavat hitaammin ja siten tarvitsevat vähemmän ravinteita, kuin viheriöt, jotka sijaitsevat aurinkoisella paikalla.
12. Vaihdettaessa lannoitestrategiasta toiseen, esimerkiksi perinteisestä täsmälannoitukseen, on tärkeää dokumentoida tehdyt muutokset ja vaikutukset heinälle. Tämä mahdollistaa metodin parantamisen tulevien kausien aikana.

Kauden aikana seuraavia asioita tulisi dokumentoida:

- Heinän väri
- Juuriston kehitys
- Maalämpö
- Ilman lämpö
- Leikkuukorkeudet
- Viheriönopeus
- Taudintorjunta, ajankohta ja käytetty yhdiste
- Kastelu ja muut kentänhoidolliset toimenpiteet

MONIA HYÖTYJÄ, KUN BIOLOGIA ANTAA MYÖDEN



Hauger GC, Oslo. Kuva: Agnar Kvalbein

Suosittelunannoituskäyrä Kuvassa 13 on idealisoitu kuva siitä, miten kasvuston kasvutahdi ja kasvualustan mineralisaatio, ja siten myös lannoitustarpeet vaihtelevat kauden aikana. Tietysti vaihtelua syntyy valon saatavuuden, lämmön ja sateiden myötä, mutta jos nämä tekijät ovat lyhytkestoisia (noin yhden viikon), ei ole mitään syytä poiketa alkuperäisestä lannoitussuunnitelmasta. Tämä pätee erityisesti, kun lannoitetaan rajoitetulla ravinnemäärällä kasvutahdin hillitsemiseksi ja juuriston kasvun tukemiseksi.

Lannoitusohjelmaa, joka on säännöllinen ja annostukset ovat sovitettu kattamaan kasvuston tarpeet on usein helppoa muokata. Madaltamalla tai lisäämällä lannoiteannostusta kasvustoon voidaan vaikuttaa nopeasti ja vaihtaa sen kasvutahdia haluttuun suuntaan. Kasvupohjainen lannoitus voi siten olla sopiva termi kuvaamaan täsmälannoitus konseptia. Kasvua kontrolloidaan tasolla, joka parhaiten soveltuu sen hetkisiin olosuhteisiin.

Lannoitus vaikuttaa sekä kasviin, että kasvin ravinteiden ja vedenottoa auttaviin mikro-organismeihin kasvualustassa.

Nämä mikro-organismit ovat pääasiassa mykorritsoja, ryhmä sieniä, jotka ovat hyvin herkkiä korkeille ravinnepitoisuuksille kasvualustassa. Tasainen ja kontrolloitu ravinneannostus auttaa siten luomaan positiivisen mikroeliöstön viheriöille.

Ravinteiden levittäminen nestemäisessä muodossa lisää lannoituksen tarkkuutta ja vähentää tarvetta lannoituksen jälkeisille kasteluille. Siten tämä lannoitusmetodi säästää aikaa ja vähentää pelipintojen laadun häirintää, kun kastelua saadaan vähennettyä.

Ravinteiden annostuksen säätäminen halutun kasvutahdin mukaisesti vähentää merkittävästi ravinteiden huuhtoutumista. Ylläpitämällä "nälkäistä" kasvustoa, hiilihydraattivarastoja solukoissa voidaan kasvattaa ja siten parantaa heinän mahdollisuuksia puolustautua tuholaisista vastaan. Kasvupohjainen lannoitus tekee siten hyvää kasvuston laadulle, ympäristölle ja kenttäyhtiön taloudelle.

Kirjoittanut:

**TOM ERICSSON
KARIN BLOMBÄCK**

Swedish University of Agricultural Sciences, SLU

**AGNAR KVALBEIN
Bioforsk Turfgrass Research Group**

Päivittänyt 2021:

**KARIN JUUL HESSELSØE
TRYGVE S. AAMLID
ANNE F. BORCHERT
NIBIO Landvik, Norway**

Kääntänyt:

**JANNE LEHTO
Suomen Golfliitto/FGA ry/Hirsala Golf**

Sterf

STERF (Scandinavian Turfgrass and Environment Research Foundation) is the Nordic golf federations' joint research body. STERF supplies new knowledge that is essential for modern golf course management, knowledge that is of practical benefit and ready for use, for example directly on golf courses or in dialogue with the authorities and the public and in a credible environmental protection work. STERF is currently regarded as one of Europe's most important centres for research on the construction and upkeep of golf courses. STERF has decided to prioritise R&D within the following thematic platforms: Integrated pest management, Multifunctional golf facilities, Sustainable water management and Winter stress management.

More information about STERF can be found at www.sterf.org