



FAIR WATER II:
**Kastelu murtovedellä tai kierrätetyllä vedellä
ja parempi kuivuudenkesto kuitukerroksen hallinnan,
syväilmastuksen ja kostutusaineiden käytön avulla**

*Trygve S. Aamlid, Michael Bekken & Karin J. Hesselsoe, NIBIO Turfgrass Research Group
Peter Edman & Fredrik Seeger, Swedish Golf Federation*

FAIR WATER II: Kastelu murtovedellä tai kierrätetyllä vedellä ja parempi kuivuudenkesto kuitukerroksen hallinnan, syväilmastuksen ja kostutusaineiden käytön avulla

Kestävä vedenkäyttö golfkentillä on ollut STERFin painopistealue useiden vuosien ajan. Vuodesta 2023 lähtien säätiö on rahoittanut FAIR WATER -projektia, jonka tavoitteena on tehdä väylistä kuivuutta kestävämpiä valitsemalla kuivuutta sietäviä nurmikasvien siemenseoksia ja optimoimalla maaperän kostutusaineiden

käyttöä (ks. aiemmat artikkelit osoitteessa www.sterf.org).

FAIR WATER-hanketta on nyt laajennettu ja jatkettu 31. joulukuuta 2026 asti R&A:n Golf Course 2030 -ohjelman ja Saksan kentänhoitajien yhdistyksen lisärahoituksen ansiosta. Ensimmäisen FAIR WATER -projektin

jatkotoimien lisäksi tutkii FAIR WATER II murtoveden tai kierrätysveden kastelukäytön mahdollisuuksia ja rajoituksia Ruotsin golfkentillä. FAIR WATER II alkoi 1.9.2024, ja se koostuu kahdesta osaprojektista jo käynnissä olevien FAIR WATER-kokeilujen lisäksi.



Kuva 1. Kuidun kehittyminen projektin alussa a) Romeriken golfkentällä Norjassa ja b) Kalundborgin golfkentällä Tanskassa. Kuvat: Trygve S. Aamlid (a) ja Karin J. Hesselsøe (b).

Osaprojekti 1: Kuitukerroksen hallinnan ja syväilmastuksen (syksyllä) ja maaperän kostutusaineiden käytön (keväällä ja kesällä) vaikutukset kastelemattomien väylien laatuun

Tässä osaprojektissa viemme kokemuksemme NIBIO Landvikin pienimuotoisista kokeista eri kostutusaineilla askeleen pidemmälle suuren mittakaavan kokeisiin yhdellä kuivusherkillä väylällä kullakin seuraavista golfkentistä:

- Hirsala, lähellä Helsinkiä
- Romerike, lähellä Osloa, Norja

- Kalundborg, Länsi- Sjellanti, Tanska
- St. Diony's, lähellä Hampuria, Saksa

Kokeilu Romerikella tehdään silttipitoisella savimaalla, kun taas muut kokeet ovat hiekkamailla (Kalundborg ja St. Diony's) tai hiekkapäälysteisellä väylällä (Hirsala). Hankkeen alkaessa

syyskuussa tehdyt penetrometritaukukset osoittivat, että maa/hiekka oli kaikissa kohteissa kovaa ja tiivistynyttä, mikä vaikeuttaa juurien kehittymistä ja tekee ruohosta herkempää kuivuudelle. Kuitukerroksen paksuus vaihteli 30–50 mm, mikä teki ruohosta haavoittuvampaa sekä kuivuudelle että runsaalle sateelle.

Hallitsevat ruoholajit vaihtelivat Romeriken niittynurmikasta (*Poa pratensis*) St. Dionyn englanninraiheinään (*Lolium perenne*), mutta kaikilla kentillä oli myös huomattavia määriä kylänurmikkaa (*Poa annua*). Hehkutushäviötestit osoittivat, että kuitukerroksen orgaanisen aineksen pitoisuus oli 20–30 % Romerikessa, Kalundborgissa ja St. Dionyssa, kun taas Hirsalan hiekkapäälysteinen väylä erottui joukosta vain 9 % pitoisuudella.

Koesuunnittelu

Syyskuussa 2024 jaettiin kunkin koeväylän yhtenäisen osuus $3 \times 3 = 9$ koealaan, joissa testataan seuraavia käsittelyjä:

Tekijä 1: Syksyllä suoritettavat mekaaniset käsittelyt kuitukerroksen vähentämiseksi ja juurten kehityksen edistämiseksi

- A. Käsitlemätön kontrolli
- B. Pystyleikkuu 2 cm:n syvyyteen
- C. Pystyleikkuu 2 cm + syvä ilmastus 20 cm

Tekijä 2: Maaperän kostutusaineiden kuukausittainen käyttö kesällä 2025 ja 2026

1. Käsitlemätön kontrolli
2. Maaperän kostutusaine 1
3. Maaperän kostutusaine 2

Lopullinen päätös kokeeseen otettavista kostutusaineista tehdään projektikokouksessa maaliskuussa 2025. Pienimuotoisissa kokeissa NIBIO Landvikissa sadekatoksen alla vuosina 2023 ja 2024 vertailluista kahdeksasta maaperän kostutusaineesta lupaavimmat tuotteet ovat:

- **H2Pro Trismart:** Korkein viherpeitto prosentti pitkän kuivuuden jälkeen
- **Qualibra:** Paras visuaalinen ulkonäkö pitkän kuivuuden jälkeen
- **Magnum 357 Calibre:** Korkein vihreän ruohon peitto ja paras ulkonäkö kuivan jakson ensimmäisellä puoliskolla
- **ProWet Evolve:** Suurin tilavuus-



Kuva 2. Pystyleikkuuta "Graden"-laitteella St. Dionyn golfkentällä 11. syyskuuta 2024. Kuva: Thomas Fischer.

vesipitoisuus maaperässä kuivuuden aikana

Lukuun ottamatta Kalundborgia, jossa yhdeksän käsittely-yhdistelmää on järjestetty peräkkäin kapealle väylälle, mekaaniset käsittelyt tehdään ja maaperän kostutusaineet levitetään poikittain golfkentän omilla laitteilla. Kesällä 2025 kenttämestarit mittaavat maaperän kosteutta TDR-antureilla ja ottavat valokuvia (mieluiten dronekuvia) kahden viikon välein. Tulokset julkaistaan osoitteessa www.sterf.org sekä pohjoismaisissa ja saksalaisissa kentänhoitolehdissä.

Koska kokeita tehdään normaalissa

pelissä olevilla väylillä ja ilman sade-suojia, ei ole takeita siitä, että kuivuusstressiä esiintyy vuosina 2025 ja/tai 2026. Kahden vuoden kokeiluilla neljällä golfkentällä eri ilmastovyöhykkeillä olemme kuitenkin melko varmoja, että saamme pohjoismaisia kentänhoitajia hyödyttäviä käytännön tuloksia.

Kaikissa tutkimuspaikoissa järjestetään kenttäpäiviä ja tiedotustilaisuuksia yhteistyössä valtakunnallisten kentänhoitoyhdistysten kanssa. Ensimmäinen tapahtuma on suunniteltu Hirsalan golfkentälle kesäkuun 2025 lopulla.



Kuva 3. Syväilmastusta Verti-Drainilla Kalundborgin golfkentällä 28. lokakuuta 2024. Kuva: Micki Truelsen.

Kuva 4. Droonikuva kokeesta Hirsalan golfkentällä 20.9.2024. Keskellä on käsittelemätön kontrolliala. Keväällä 2025 levitetään 10 metriä leveitä kaistaleita eri kostutusaineita pitkin väylää kohtisuoraan näihin aloihin nähden. Kuva: Janne Lehto.



Osaprojekti 2: Väylän kastelu murtovedellä tai kierrätetyllä vedellä

Noin 70 Ruotsin ja Suomen golfkenttää sijaitsee lähellä Itämeren, jonka vedessä on tyypillisesti 0,7 % suolaa, eli vain viidesosa tyypillisestä merivedestä (3,5 %). Näillä kentillä voi murtoveden käyttö kasteluun kuivina jaksoina olla houkutteleva vaihtoehto, erityisesti väylillä.

Joillakin kentillä on raportoitu ongelmista, jotka liittyvät meriveden tunkeutumiseen kasteluveden ottoon käytettyihin pohjavesikaivoihin, puroihin tai jokiin. Toiset hyödyntävät teiden tai pysäköintialueiden valumavesiä, kun taas toisilla on saatavilla jätevesilaitosten puhdistettua jätevettä.

Lokakuussa 2024 vierailimme seitsemällä ruotsalaisella golfkentällä, joil-

la oli todettuja tai mahdollisia kasteluvien laatuongelmia: Ljunghusen (kuva 5), Falsterbo, Flommen, Ronneby, Emmaboda (kuva 6), Västervik ja Loftahammar. Kenttämestareita haastateltiin heidän kokemuksistaan murtotai kierrätysveden käytöstä, ja näytteitä otettiin kasteluviedestä ja maaperästä väyliltä ja viheriöiltä, joissa on käytetty tai tullaan todennäköisesti käyttämään huonolaatuista kasteluvettä. Ljunghusenin, Falsterbon, Flommenin ja Ronnabyin kenttämestarit kertoivat, että he näkevät usein kellastuvan nurmen ja kasvun heikkenemisen suolastressin / kuivuusstressin oireina heinä- ja elokuussa. Falsterbo ja Flommen yrittävät välttää näitä oireita huuhtelemalla viheriöitä säännöllisesti suolan poistamiseksi, mutta nämä

huuhteluhoidot eivät välttämättä riitä estämään suolavaurioita kasvukauden stressialttiimpina aikoina.

Nurmikasvit kokevat maaperän korkean suolapitoisuuden tavallisesti kuivuusstressinä, koska suolapitoisuus estää veden imeytymistä juureen. Kasteluvien suolojen (ionien) kokonaispitoisuus ilmaistaan sähkönjohtavuutena (EC_w), ja korkeampi johtavuus tarkoittaa suurempaa suolavaurion riskiä. Ruotsin golfkentiltä lokakuussa otetuissa vesinäytteissä korkein EC_w oli 2,5 ds m⁻¹. Ljunghusenin näytteessä, kun taas muiden kenttien johtavuudet vaihtelivat välillä 0,2–0,5 ds m⁻¹. Yhdysvaltalaisen tutkimuksen mukaan 4,0 ds m⁻¹ on kriittinen kynnyksen vii-

leän vuodenajan heinäkasveille (Lui et al. 2023), mutta vaurioita voi tapahtua jopa $0,75 \text{ ds m}^{-1}$:ssä (Ayers & Westcot 1985).

Kokonaissuolapitoisuuden lisäksi on tärkeää myös seurata kunkin ionin pitoisuutta erikseen. Tärkeimpien kationien (positiivinen varaus) osalta on erityinen riski, että suuret natriumpitoisuudet (Na) vahingoittavat maaperän rakennetta (mikrohuokosten romahtaminen) ja vähentävät veden tunkeutumista ja suotautumisnopeutta. Natriumin adsorptiosuhde (SAR) kuvaa natriumin suhdetta kalsiumiin (Ca) + magnesiumiin (Mg), jonka kriittinen arvo on 10 (Lui et al. 2023). Ruotsalaisten golfkenttien vesinäytteet antoivat SAR-arvoja välillä 1,2–2,6, paitsi Ljunghusenissa, jossa se oli 5,7.

Yhteenvedona voidaan todeta, että lokakuussa 2024 otetut näytteet osoittavat, että Ljunghusenissa on ongelma sekä kasteluveden suolapitoisuuden ("saliniteetti") että natriumpitoisuuden ("sodisiteetti") kanssa. Muilla kentillä riskit näyttävät olevan pienempiä, minkä vahvistivat myös rinnakkaiset maaperänäytteet (ei esitetä tässä artikkelissa). Koska sekä kasteluveden että maaperän suolapitoisuudet todennäköisesti vaihtelevat merkittävästi kauden aikana, täydennämme lokakuun 2024 näytteenottoa uusilla näytteillä, jotka otamme, kun kasteluveden tarve on korkeimmillaan kesä-heinäkuussa 2025. Samalla teemme katsauksen asiaan liittyvään kirjallisuuteen, ja suoritamme kenttäkokeita arvioidaksemme, mitkä käsittelyt ovat tehokkaimpia lieventämään murtovedellä tai kierrätysvedellä tehdyn kastelun aiheuttamia vahinkoja.

Kiitokset

Haluamme kiittää The R&A:ta tämän tutkimuksen rahoittamisesta sekä kaikkia osallistuvia golfkenttiä ja kentänhoitajia yhteistyöstä. Odotamme innolla FAIR WATER II:n kahta seuraavaa vuotta.



Kuva 5. Maa- ja vesinäytteiden keräämistä Ljunghusen Golf Clubilla lokakuussa. Tällä kentällä on haasteita kasteluveden liiallisen suolapitoisuuden kanssa. Kuva: Michael Bekken.



Kuva 6. Tämä Emmabodan golfkentän kastelulampi täyttyy paikallisen puhdistamon jätevedestä. Onneksi jätevesi kulkee useiden lampien ja kanavien läpi ennen kuin se saapuu kastelulampeen. Kuva: Michael Bekken.

Viitteet

Ayers, R.S. & Westcot, D.W. (1985). Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage, Paper 29, Food and Agriculture Organization, Rome.

Lui, H., Todd, J.L. & Luo, H. (2023). Turfgrass Salinity Stress and Tolerance – A Review. Plants. <https://doi.org/10.3390/plants12040925>