

# Kumirouheen kulkeutuminen jalkapallokentiltä ympäristöön

Outi Setälä, Olli Hakala, Maiju Lehtiniemi,  
Pietu Pankkonen, Erika Sainio ja Jyri Tirroniemi





Suomen ympäristökeskuksen raportteja 24 / 2022

# Kumirouheen kulkeutuminen jalkapallokentiltä ympäristöön

**Outi Setälä, Olli Hakala, Maiju Lehtiniemi,  
Pietu Pankkonen, Erika Sainio ja Jyri Tirroniemi**



Suomen ympäristökeskuksen raportteja 24 | 2022  
Suomen ympäristökeskus  
Merikeskus

Kirjoittajat: Outi Setälä<sup>1</sup>, Olli Hakala<sup>2</sup>, Maiju Lehtiniemi<sup>1</sup>,  
Pietu Pankkonen<sup>2</sup>, Erika Sainio<sup>1</sup>, Jyri Tirroniemi<sup>1</sup>

- 1) Suomen ympäristökeskus
- 2) WSP Finland Oy

Vastaava erikoistoimittaja: Jari Lyytimäki<sup>1</sup>

Rahoittaja/toimeksiantaja: Opetus- ja kulttuuriministeriö  
Julkaisija ja kustantaja: Suomen ympäristökeskus (SYKE)  
Latokartanonkaari 11, 00790 Helsinki, puh. 0295 251 000, syke.fi

Taitto: Pinja Näkki, Jyri Tirroniemi  
Kannen kuva: Jyri Tirroniemi

Julkaisu on saatavana veloituksetta internetistä: [www.syke.fi/julkaisut](http://www.syke.fi/julkaisut) | [helda.helsinki.fi/syke](http://helda.helsinki.fi/syke)

ISBN 978-952-11-5487-4 (PDF)  
ISSN 1796-1726 (verkkoj.)

Julkaisuvuosi 2022

## Tiivistelmä

### Kumirouheen kulkeutuminen jalkapallokentiltä ympäristöön

TEKONURMI-hankkeessa selvitettiin jalkapallokentiltä ympäristöön päätyvän täyteaineena käytetyn kumirouheen kulkeutumisreittejä ja määriä kenttämittauksin ja kyselytutkimuksin. Pääosa työstä toteutettiin kahdella helsinkiläisellä jalkapallokentällä (Pirkkola ja Puotila), jotka valittiin tutkimuksen kohteeksi kenttien ylläpitäjille lähetetyllä kyselyllä kerättyjen esitietojen ja kenttäkäyntien perusteella. Tavoitteena oli tarkastella kahta erityyppistä kenttää. Näytteitä kerättiin kenttien lähiympäristön maaperästä, laskupurojen pohjasedimentistä, hulevesikaivoista, lumesta ja huoltotoimissa käytetyistä työkoneista. Lisäksi tutkittiin kumirouheen tarttumista kenkiin. Hulevesimallinnuksen avulla arvioitiin hulevesikaivojen virtaamia, joiden kautta edelleen voitiin laskennallisesti määrittää kumirouheen pitoisuus kaivoihin päätyneessä hulevedessä. Hulevesi- ja maastomallin avulla arvioitiin valuma-alueiden kaltevuuksia, huippuvirtaamia sekä hulevesiverkostoon purkautuvan virtaaman virtausnopeutta.

Tutkimusalueilla tehtyjen mittausten mukaan kumirouhetta kentiltä poistavien reittien merkitys vaihteli huomattavasti. Esimerkiksi kentän käyttäjien kenkien mukana sekä kenttien huollon ja ylläpidon seurauksena Pirkkolan kentältä poistui arviolta 153 kg kumirouhetta vuodessa, kun Puotilassa vastaava poistuma arvioitiin selvästi suuremmaksi (444 kg/vuosi). Huoltotoimenpiteissä käytetyt koneet siirtävät kumirouhetta erityisesti niille alueille, joilla koneita puhdistetaan ja säilytetään. Lumesta kerättyjen näytteiden perusteella kentältä aurattu lumi on tärkeä tekijä rouheen poistumisessa kentältä ja sen kulkeutumisessa ympäristöön.

Maaperästä ja hulevesikaivoista mitattujen kumirouhemäärien perusteella kumirouhetta päätyy kentän lähiympäristöön Pirkkolassa keskimäärin 536 kg/vuosi ja Puotilassa 1869 kg/vuosi. Tulosten perusteella kulkeutumiseen hulevesien mukana vaikutti erityisesti vuodenaika sekä kaivon sijainti kenttäalueella. Huleveden mukana tapahtuvaan kumirouheen huuhtoutumiseen tekonurmikenttien viereisiltä pinnoilta, kuten asfaltilta, vaikuttaa eniten sateen intensiteetti mutta myös pinnan karkeus ja jyrkkyys. Tarkastelluista, kentiltä laskevien purojen sedimenttinäytteistä löytyi vain pieniä määriä (pääsääntöisesti <1 % kuivapainosta) kumirouhetta. Korkeimmat pitoisuudet (31,6 % kuivapainosta) löytyivät Puotilasta, Marjaniemenpuroon laskevan hulevesiputken purkuaukolta, mistä eteenpäin kumirouhepitoisuus nopeasti laski, ollen 0,8 % kuivapainosta 57 metrin päässä sijaitsevalla näytepisteellä.

Täyteainepäästöjen hillintään tähtäävillä hallintatoimilla on potentiaalisesti suuri merkitys kumirouhepäästöjen vähentämisessä ja leviämisen rajaamisessa. Päästöjä voidaan estää useilla toimenpiteillä, joita voidaan toteuttaa eri vaiheissa kentän elinkaarta: suunnittelussa ja rakentamisessa, asentamalla suojaavia rakenteita ja välineitä, huolehtimalla parhaista toimintatavoista käytön, ylläpidon ja huollon yhteydessä sekä ylipäätään jakamalla tietoa ja ohjeita. Hulevesimallinnuksen, verkostotarkastelun, huuhtoutumis- ja kulkeutumislaskelmien sekä maastossa tehtyjen havaintojen perusteella voidaan todeta, että hulevesiputkeen tai ojaan päästessään tekonurmilta karkaava rouhe kulkeutuu luonnonvesistöön nopeasti ja hallitsemattomasti, minkä vuoksi tekonurmikenttien hulevesien laadulliseen ja määrälliseen hallintaan tulisi kiinnittää erityistä huomiota. Tekonurmikenttien käyttäjien mukana kentiltä poistuu suuria määriä kumirouhetta. Pelaajille ja seuratyöntekijöille tulisi kertoa päästöistä ja erilaisista keinoista, joilla yksilötasolla päästöjä voidaan vähentää, kuten säännöllisen varusteiden puhdistuksen tärkeydestä kentältä poistuttaessa.

**Asiasanat:** Tekonurmi, kumirouhe, jalkapallokenttä, kulkeutuminen

## Sammandrag

### Spridning av gummikross från fotbollsplaner till omgivningen

I TEKONURMI-projektet utreddes genom fältmätningar och enkätundersökningar vilka vägar det gummikross som använts som fyllmedel på fotbollsplaner kommer ut i miljön och i vilka mängder. Största delen av arbetet genomfördes på två fotbollsplaner i Helsingfors (Britas och Botby gård), som valdes ut som forskningsobjekt med hjälp av förhandsuppgifter som samlats in genom en enkät till planadministratörerna samt genom besök på planerna. Målet var att granska två olika typer av planer. Prover samlades in från jordmånen i planernas närmiljö, bottensedimentet i utloppsäckar, dagvattenbrunnar, snö och arbetsmaskiner som användes för underhåll. Dessutom undersöktes hur gummikross fastnar i skorna. Med hjälp av dagvattenmodelleringen bedömdes dagvattenbrunnarnas flöden, genom vilka man vidare kunde beräkna halten av gummikross i dagvattnet som hamnat i brunnarna. Med hjälp av dagvatten- och terrängmodellen bedömdes avrinningsområdenas lutningar, toppflöden samt flödes hastigheten för den vattenföring som rinner ut i dagvattennätet.

Enligt mätningarna som gjordes på undersökningsområdet varierade betydelsen av de rutter längs vilka gummikrossen försvinner från planerna betydligt. Till exempel försvann uppskattningsvis 153 kg gummikross per år med plananvändarnas skor samt som en följd av underhållet och servicen på planen i Britas, medan motsvarande avgång i Botby gård bedömdes vara klart större (444 kg/år). Maskiner som används för underhåll förflyttar gummikrossen särskilt till de områden där maskinerna rengörs och förvaras. På basis av de prover som samlats in från snö utgör snö som plogats från planen en viktig faktor när krossen avlägsnas från planen och transporteras till omgivningen.

På basis av de mängder gummikross som uppmätts i jordmånen och dagvattenbrunnarna hamnar i genomsnitt 536 kg gummikross per år i planens närmiljö i Britas och 1869 kg per år i Botby gård. Enligt resultaten påverkades transporten med dagvattnet särskilt av årstiden och brunnens placering på planområdet. Avrinningen av gummikross med dagvattnet från ytor intill konstgräsplaner, t.ex. asfalt, påverkas mest av regnets intensitet men också av hur grov och brant ytan är. I sedimentproverna från de granskade bäckarna som strömmade från planerna hittades endast små mängder gummikross (i regel < 1 % av torrvikten). De högsta halterna (31,6 % av torrvikten) hittades i Botby gård, i utloppet till dagvattenröret som mynnar ut i Maruddsbäcken. Därifrån sjönk gummikrosshalten snabbt och utgjorde 0,8 % av torrvikten vid en provtagningspunkt på 57 meters avstånd.

Kontrollåtgärder som syftar till att stävja utsläppen av fyllmedel har potentiellt stor betydelse för att minska utsläppen av gummikross och begränsa spridningen. Utsläppen kan förhindras med hjälp av flera åtgärder som kan genomföras i olika skeden: vid planering och byggande, genom att installera skyddande konstruktioner och redskap, genom att sörja för bästa praxis i samband med användning, underhåll och service samt överhuvudtaget genom att dela information och anvisningar. På basis av dagvattenmodelleringen, nätverksgranskningen, spolnings- och spridningsberäkningarna samt de observationer som gjorts i terrängen kan man konstatera att när kross från konstgräs kommer ut i dagvattenrör eller diken transporteras krossen snabbt och okontrollerat till naturliga vattendrag, och därför bör särskild uppmärksamhet fästas vid den kvalitativa och kvantitativa hanteringen av dagvattnet från konstgräsplanerna. Stora mängder gummikross avlägsnas från planerna tillsammans med dem som använder konstgräsplanerna. Spelarna och föreningsarbetarna bör informeras om utsläppen och olika sätt att minska utsläppen på individnivå, såsom vikten av regelbunden rengöring av redskapen då man avlägsnar sig från planen.

**Nyckelord:** Konstgräs, gummikross, fotbollsplan, spridning

## Abstract

### Transport of rubber granulates from football fields to the environment

The aim of the TEKONURMI project was to study rubber granulate emissions from two synthetic football pitches (Pirkkola and Puotila) situated in Helsinki, southern Finland. The transport routes and amounts of the emissions were investigated with field studies and two on-line surveys. The study fields were chosen based on the results from the surveys and visits to candidate fields. Samples were collected from soil, stormwater inlets, sediments of the outlet drains (brooks), snow and equipment used for the field maintenance to estimate the amount of styrene-butadiene rubber granulates. Attachment of rubber granulates to different types of training shoes was also tested. Hydrological stormwater modelling was applied to estimate water flow to the stormwater inlets and the concentration of rubber granulate in the water entering the inlets.

Based on the study the role of different transport routes for rubber granulates varied greatly between the fields. For example, the estimated yearly rubber granulate emissions due to granulates attached to the shoes of players and maintenance of the pitches were 153 kg in Pirkkola, while in Puotila the estimated emissions were much higher (444 kg/year). The equipment used for field maintenance transported rubber granulates especially to the areas where the machines are cleaned and stored. Based on the snow sample analyses, snow which has been plowed from the fields is an important pathway for the rubber granulates to escape the turf area.

Based on the measurements from the soil plots and stormwater inlets the yearly rubber granulate emissions to the environment would be in average 536 kg in Pirkkola and 1 869 kg in Puotila. The study showed that the transport of the rubber granulates in stormwater was affected by the study season (weather conditions) and the localization of the inlet on the field and the area close by. The discharge of rubber granulates into the stormwater inlets from the area surrounding the fields is especially affected by the rain intensity but also the coarseness and slope of the surface. Small amounts of rubber granulate were detected in all the samples collected from the outlet brook sediments (<1 % dry weight), except for one distinct site, where the amount of granulates at the end of one discharge pipe was several times higher (31.6 % dry weight). However, also in that case, the proportion of rubber granulates in the brook sediment quickly decreased, being 0.8 % at 57 m distance from the discharge site.

Different management methods have the potential to markedly decrease the escape of infill material from the pitches. Management can be carried out on different phases of the field's lifetime: during planning and construction, installing protective constructions and equipment, promoting best practices for the use and maintenance of the pitches and communicating actively through different stakeholder groups. On-site information is needed, for example posting signs of the best practices. Based on the stormwater modelling, discharge calculations and field measurements, it can be concluded that once the rubber granulates reach the stormwater inlets, they have free passage to the receiving water body. Therefore, the management of stormwaters should be prioritized. Because players and other users of the turfs may transport rubber granulates outside the actual field area, awareness raising is needed on an individual level on the importance of cleaning the shoes, socks and other gear used.

**Keywords:** Synthetic turf, rubber granulate, football field, transport

## Esipuhe

Roskaantuminen on yksi suurimmista maailmanlaajuisista meriä uhkaavista ihmisen aiheuttamista ongelmista. Roskaantumisen syitä ja meriroskista aiheutuvia ympäristövaikutuksia on tutkittu enenevässä määrin koko 2000-luvun ajan. Merten rantoja on kuitenkin siivottu vapaaehtoisten toimesta jo usean vuosikymmenen ajan. Euroopassa meriympäristöön päätyvät roskat ja etenkin muovijäte on nykyisin huomioitu lainsäädännössä. Kertakäyttömuoveja säätelevä niin sanottu SUP-direktiivi (2019/904/EU) velvoittaa jäsenmaita vähentämään eräiden kertakäyttöisten tuotteiden kulutusta pysyvästi, edistämään kiertotalouden toimintamalleja ja mm. estämään ympäristön roskaantumista. Pakkausdirektiivissä (2018/852/EU) puolestaan on tiukennettu pakkausjätteen kierrätystavoitteita. Euroopan meristrategiadiirektiivi (2008/56/EU) antaa ohjeet siitä, miten roskaantuminen tulee huomioida meriympäristön tilan seurannassa. Siihen perustuu Suomen merialueen roskaantumisen seuranta, jossa on huomioitu sekä isot, ns. makroroskat sekä ihmissilmälle näkymättömät mikroroskat.

Muovijäte muodostaa suurimman osan kaikesta ympäristöön päätyvästä roskasta. Muovit säilyvät ympäristössä kauan ja vähitellen haurastuvat ja murentuvat pienemmiksi palasiksi ja hiukkasiksi, tai ovat jo tarkoituksella valmistettu pienikokoiseksi. Pienet muovihiukkaset, mikromuovit, aiheuttavat huolta koska niiden määrä ympäristössä kasvaa jatkuvasti, eikä niitä käytännössä pystytä poistamaan ympäristöstä. Jalkapallokenttien täyteaineena käytetty styreeni-butadieeni-kumiruouhe (SBR-rouhe) on tunnistettu useissa jäsenmaissa, sekä myös Euroopan laajuisesti yhdeksi tärkeistä mikromuovien päästölähteistä ympäristöön.

Vuonna 2021 päättyneen kolmivuotisen TEKONURMI-hankkeen tavoitteena oli tuottaa mitattua tietoa jalkapallokenttien SBR-rouhepäästöistä sekä kumiruouheen kulkeutumisreiteistä ympäristöön. Toinena tärkeänä tavoitteena oli tarkastella olemassa olevia käytäntöjä kumiruouheen leviämisen estämiseksi ja laatia ohjeet parhaista käytännöistä. Työn toteutti Suomen ympäristökeskus yhdessä WSP Finland-konsulttiyhtiön kanssa. Suomen Palloliitto ja Helsingin kaupunki antoivat arvokasta tukea hankkeen aikana. Hankkeen onnistuneen toteutuksen kannalta keskeisessä roolissa olivat myös kenttien ylläpitäjät ja käyttäjät. Kiitämme kaikkia hankkeen toteuttamiseen osallistuneita tahoja. Erityiskiitos Tero Auviselle Suomen Palloliitosta ja tutkimuskenttien yhteyshenkilöille Teijo Korvalle Pirkkolan liikuntapuitosta ja Kennet Holmströmille Puotinkylän Valtti ry:stä, sekä Juha-Pekka Saarelaiselle Watec Oy:stä. Kiitämme SYKEN Roskasakkia ja Salla Selosta avusta kenttä- ja laboratoriotöiden toteutuksessa. Tutkimuksen toteuttamiseen on saatu avustusta opetus- ja kulttuuriministeriön liikuntapaikkarakentamisen tutkimus- ja kehittämismäärärahoista.



# Sisällys

## Kumirouheen kulkeutuminen jalkapallokentiltä ympäristöön

Tiivistelmä.....	3
Sammandrag.....	4
Abstract .....	5
Esipuhe.....	6
<b>1 Johdanto.....</b>	<b>8</b>
1.1 Mikromuovit ympäristöongelmana.....	8
1.2 Tekonurmikentät mikromuovien päästölähteinä.....	10
1.3 Hankkeen tavoitteet.....	13
<b>2 Tutkimuksen toteutus .....</b>	<b>14</b>
2.1 Tutkimuskenttien valinta.....	14
2.1.1 Tutkimuskentät .....	14
2.2 Tutkimusaineisto.....	17
2.2.1 Maaperänäytteet.....	17
2.2.2 Hulevesinäytteet.....	18
2.2.3 Luminäytteet .....	21
2.2.4 Kenkien mukana kulkeutuva kumirouhe .....	22
2.2.5 Kentällä tehtävien huoltotoimien merkitys kumirouheen kulkeutumisessa.....	24
2.2.6 Puronäytteet .....	27
2.2.7 Kumirouheen määrä uusittavalla kentällä (Töölö).....	27
2.2.8 Hydrologinen ja hydraulinen mallinnus.....	28
2.2.9 Kyselytutkimukset .....	28
<b>3 Tulokset ja niiden tarkastelu.....</b>	<b>29</b>
3.1 Kumirouheen määrä maaperäruuduissa .....	29
3.2 Hulevedet kumirouheen kuljettajana.....	30
3.3 Luminäytteiden kumirouhepitoisuus.....	32
3.4 Kumirouheen kulkeutuminen kenkien mukana.....	33
3.5 Kumirouheen takertuminen työkoneisiin.....	34
3.6 Purosedimentistä eristetty kumirouhe .....	35
3.7 Töölön kentältä kerätty näyte.....	35
3.8 Hydrologisen ja hydraulisen mallinnuksen tulokset .....	36
3.9 Kumirouhepäästöt vuositasolla .....	37
3.10 Kyselytutkimukset .....	40
<b>4 Toimenpide-ehdotukset .....</b>	<b>43</b>
Yhteenveto .....	46
Sammanfattning .....	48
Extended summary.....	51
Lähteet.....	53
Liitteet .....	55

# 1 Johdanto

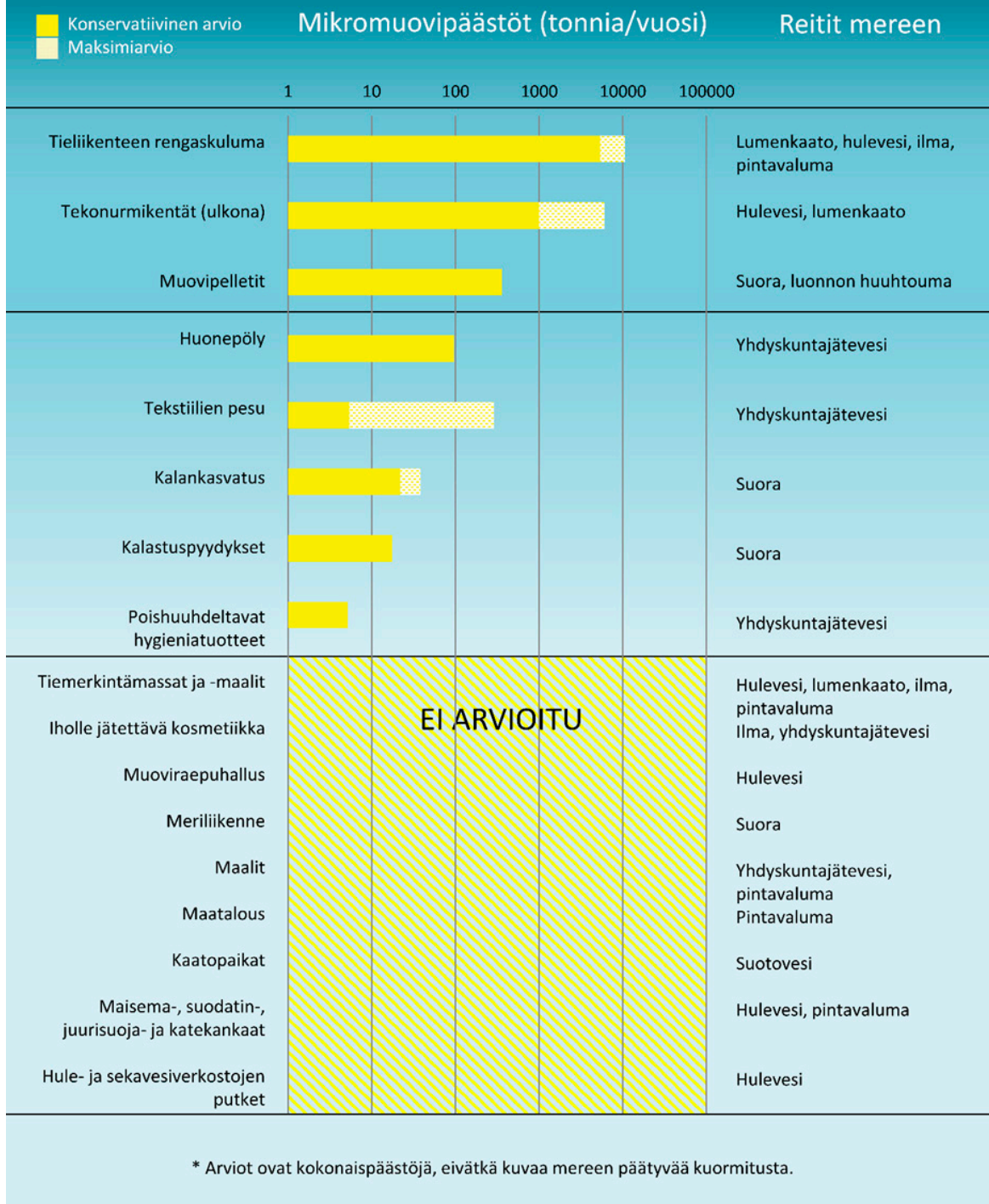
## 1.1 Mikromuovit ja kumirouhe ympäristöongelmana

Ympäristön roskaantuminen on saanut huomiota erityisesti valtameriin kertyvän jätteen vuoksi. Suurin osa (yli 80 %) meriympäristöön päätyvästä roskasta koostuu erilaisista muovituotteista tai niiden osista ja on peräisin maalla sijaitsevista lähteistä (Agamuthu ym. 2019, Setälä ja Suikkanen 2020). Merkittäviä mikromuovinähteitä ovat muun muassa tieliikenne, tekonurmikentät ja keinokuitutekstiilit (kuva 1). Meriympäristön roskaantuminen on ollut huomion kohteena käytännössä koko 2000-luvun ajan aina siitä lähtien, kun tiedot muovijätteen määrästä maailman merillä ovat tarkentuneet. Alueellisia ja kansallisia toimia on käynnistetty meriroskan aiheuttamien haittojen hillitsemiseksi, ja meriroskien hallintaan liittyvät toimet ovat vahvasti mukana Euroopan aluemerijärjestöjen (HELCOM, OSPAR, Bukarestin sopimus, Barcelonan sopimus) ja kansainvälisen merentutkimusneuvoston (ICES) toimintaohjelmissa, sekä myös kansalaisten ja järjestöjen toiminnassa. Euroopan laajuisesti mikroroskat liitettiin osaksi meren tilan arviointia Euroopan meristrategiadirektiivissä (EU 2008/56). Meriroskan osalta direktiivin lähdekohtana on, että ”roskaantuminen ei ominaisuuksiltaan eikä määrältään aiheuta haittaa rannikko- ja meriympäristölle”.

Mikromuovit ovat synteettisesti tuotettuja, biohajoamattomia, vesifaasissakin kiinteinä pysyviä muovihiukkasia, jotka koostuvat polymeerien ja lisäaineiden seoksista ja joiden pienin dimensio on ainakin  $\geq 100$  nm ja suurin dimensio on hiukkasmuotoisilla 5 mm ja kuiduilla tulkinnasta riippuen 5–15 mm. Suurimpien, puolen senttimetrin kokoisten hiukkasten läpimitta voi siis olla jopa kymmentuhattokertaisesti suurempi kuin pienempien, alle mikrometrin kokoisten. Euroopan kemikaalivirasto (ECHA) on esittänyt, että kuituja lukuun ottamatta mikromuovit ovat suurempia kuin 100 nanometriä ja pienempiä kuin viisi millimetriä (ECHA 2019, 2020). Tämän määrittelyn mukaan mikromuovikuidut puolestaan olisivat leveydeltään  $\geq 300$  nanometriä (nm) ja pituudeltaan korkeintaan 15 millimetriä, pituuden ja leveyden suhteen ollessa  $>3$ . Joissakin tapauksissa voi olla tarkoituksenmukaista käyttää lisäksi tarkentavaa terminologiaa. Styreeni butadieenikumi eli SBR-rouheesta on mikromuovin ohella joissakin tapauksissa käytetty myös termiä "mikrokumi". TEKONURMI-hankkeessa selvitysten pääasiallisena kohteena oli kierrätetyistä autonrenkaista valmistettu mikrokumirouhe (SBR), jota käytetään yleisesti tekonurmikenttien täyteaineena.

Roskaantumisen vähentämisen ja toimenpiteiden kustannustehokkuuden kannalta on oleellista ymmärtää niitä prosesseja, joiden kautta mikromuoveja muodostuu. Vuosina 2017–2019 käynnissä olleen Roskat Pois! -tutkimushankkeen tehtävänä oli selvittää Suomen merialueen roskaantumisen juurisyitä. Osana tätä selvitystyötä tarkasteltiin myös yksittäisiä tunnistettuja toimintoja ja muovituotetyyppejä mikromuovien lähteinä (Setälä ja Suikkanen 2020). Vastaavia selvityksiä oli tätä ennen tehty aiemmin eräissä Euroopan maissa (Sundt 2014, Essel ym. 2015, Lassen ym. 2015, Magnusson ym. 2016), sekä Euroopan laajuisesti (Amec Foster Wheeler 2017, Hann ym. 2018). Näissä kaikissa selvityksissä tieliikenne arvioitiin merkittävimmäksi yksittäiseksi mikromuovin lähteeksi. Samoin myös Suomen mikromuovipäästöjä kartoittaneessa selvityksessä tieliikenteen aiheuttamat päästöt arvioitiin tärkeimmäksi yksittäiseksi kuormituslähteeksi (kuva 1). Myös tekonurmikenttien täyteaineena käytetty SBR-rouhe arvioitiin kentille niiden elinkaaren aikana tehtyjen kumirouhelisäysten perusteella merkittäväksi päästölähteeksi. Tekonurmikenttien täyteaineena käytetty kumirouhe on peräisin kierrätetyistä ajoneuvojen renkaista, joten renkaat ovat yhteydessä sekä tuotteisiin tarkoituksellisesti lisättyihin, että kulumisen seurauksena muodostuviin mikrokumipäästöihin.

## RoskatPois!-hankkeen tunnistamat mikromuovilähteet ja niistä aiheutuvat arvioidut vuosittaiset päästöt\* Suomessa



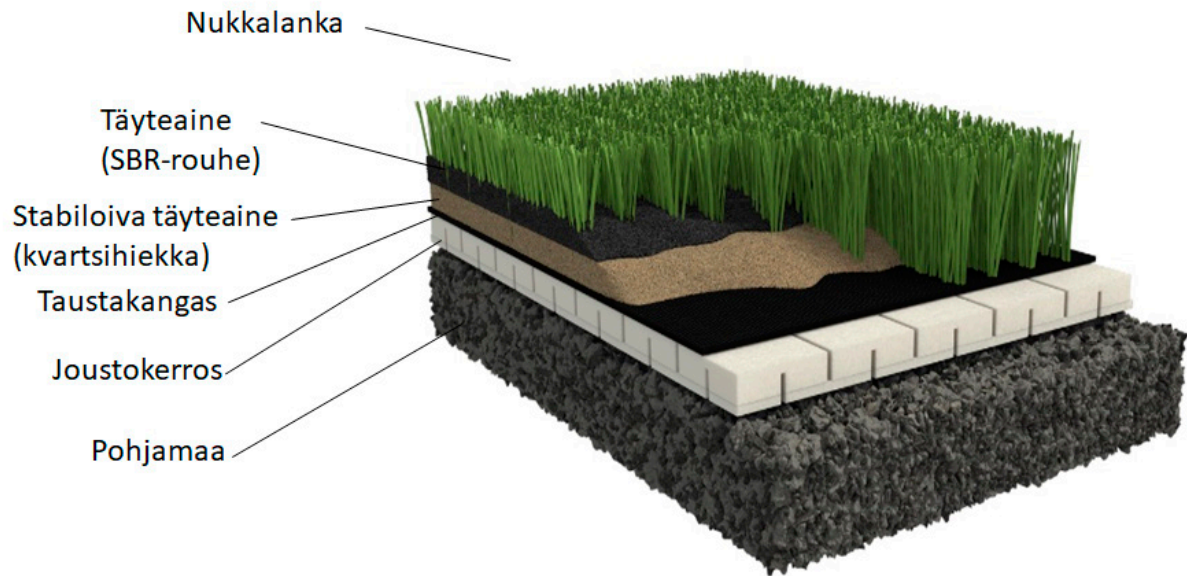
Kuva 1. RoskatPois! -hankkeessa tunnistetut yksittäiset mikromuovien lähteet ja niistä aiheutuvat arvioidut vuosittaiset päästöt Suomessa, sekä todennäköisimmät kulkeutumisreitit mereen. Kuvassa on esitetty sekä konservatiivinen että maksimi-arvio kyseisen lähteen tuottamasta mikromuovimäärästä (asteikko on logaritminen). Lähde: Setälä ja Suikkanen 2020.

Euroopan komissio antoi vuonna 2018 ECHA tehtäväksi arvioida mikromuovien mahdollisesti aiheuttamiin haittoihin liittyviä tieteellisiä todisteita, joiden perusteella tuotteisiin tarkoituksellisesti lisättyjä mikromuoveja voitaisiin EU:n laajuisesti säädellä. ECHA arvioi tuotteisiin tarkoituksella lisättyjen mikromuovien käyttöä mm. maanviljelyssä ja puutarhanhoidossa, kosmetiikassa ja pesuaineissa, terveydenhuollossa, maaleissa ja pinnoitteissa sekä lääkkeissä, ja laati arvionsa pohjalta erilaisiin tuoteryhmiin kohdistuvan rajoitusesityksen. Rajoitusehdotukset on kohdennettu sellaisiin mikromuoveihin, jotka voivat päätyä ympäristöön, kuten jalkapallokenttien täyteaineena käytettyyn SBR-rouheeseen. Riskinarviointikomitea (RAC) laatii ECHA:n lausunnot tutkittujen aineiden ja tuotteiden haitallisuudesta ihmiselle ja ympäristölle.

Kesäkuussa 2020 RAC antoi lausuntonsa koskien tekonurmikenttien täyteaineena käytettävää SBR-rouhetta, jossa se asettui tukemaan SBR-rouheen täyskieltoa. Vuoden 2020 lausunnossaan riskinarviointikomitea tukee rajoitusehdotuksessa esitettyä vaihtoehtoa, jonka mukaan mikromuovin (tässä tapauksessa kumirouheen) käyttöön kohdistuisi täyskielto, joka astuisi voimaan kuuden vuoden siirtymäkauden jälkeen. RAC:n mukaan ei ole olemassa näyttöä siitä, että muilla keinoilla täyteainepäästöihin voitaisiin varmuudella vaikuttaa. Myöhemmin RAC on myös tarkastellut vaihtoehtoiksi esitettyjä riskinhallintatoimia, joilla kumirouhepäästöt voitaisiin rajata merkittävästi pienemmiksi (yksittäisen kentän päästöt eivät ylittäisi 50 kg /täysikokoinen kenttä (7 g/m<sup>2</sup>), mutta pitäytynyt kannassaan. Kemikaaliviraston sosioekonomisesta analyysistä vastaavan komitean (SEAC) mielipide tukee RAC:n lausuntoa. Näiden kahden komitean lausunnot on toimitettu Euroopan komissioon edelleen käsiteltäviksi, minkä jälkeen jäsenmaat päättävät rajoitusten lopullisesta sisällöstä. Voimaan astuessaan rajoitus olisi laatuaan ensimmäinen, joka kohdistuisi suoraan nimenomaan mikromuoveihin.

## 1.2 Tekonurmikentät mikromuovien päästölähteinä

Tekonurmikenttiä voidaan käyttää ympärivuotuisina harjoitus- ja pelialustoina, mikä tarjoaa tasalaatuiset harrastusolosuhteet ilmastosta riippumatta. Jalkapallokenttien lisäksi tekonurmia käytetään urheilukentillä, leikkipaikoilla, golf-viheriöillä, koirien agilyssä ja hevosurheilussa. Tekonurmikentät ovat kuitenkin edelleen kaikkein yleisimpiä jalkapalloilualustoina. TEKONURMI-hankkeen käynnistyessä vuonna 2020 Suomessa oli 420 jalkapalloilukäytössä olevaa tekonurmikenttää, ja Suomen Palloliiton arvion mukaan uusia rakennetaan noin 20–25 kentän vuositahdilla. Tekonurmia on valmistettu aina 1960-luvulta alkaen, ja ajan myötä niiden rakenne on muuttunut sekä käytettyjen materiaalien että kenttien rakenteiden osalta. Tekonurmet ovat kerroksellisia rakenteita, sisältäen kenttätyyppistä riippuen luonnonruohoa ulkonäöltään jäljittelevän vihreän nukkalangan ja suodatin/taustakankaan johon langat on sidottu kiinni, täyteaineita sekä joustokerroksen (kuva 2). Kentät läpäisevät kosteutta, ja niiden alle asennetaan tyypillisesti myös salaojitus, ja usein myös lämmitys.



Kuva 2. Esimerkkikuva tekonurmen kerroksellisesta rakenteesta. Kuva: Unisport-Saltex.

Tekonurmikentät rakennetaan pääosin synteettisistä polymeerimateriaaleista (taulukko 1). Materiaalien valinnalla on merkitystä pelillisiin ominaisuuksiin. Esimerkiksi nukkalangan materiaali ja rakenne vaikuttavat pallon vierimiseen sekä täyteaineen pysyvyyteen kentässä. Nukkalanka ommellaan kiinni usein lateksilla vahvistettuun taustakankaaseen, jonka tulee olla vettä läpäisevä. Stabiloivan täyteaineen tarkoitus on sitoa yhteen kentän rakenne, ja täyteaine sekä joustokerros parantavat käyttöominaisuuksia, kuten joustoa.

Taulukko 1. Tekonurmikenttien valmistusmateriaalit (Lähde: Alanen, 2020).

Kerros	Käytetyt materiaalit
Nukkalanka	Polyeteeni, polypropeeni, nylon
Taustakangas	Polypropeeni, Polyuretaani, lateksi
Stabiloiva täyteaine	Hiekka
Täyteaine	Kumirouheet (styreeni-butadieeni, eteeni-propeeni, termoplastiset elastomeerit), orgaaniset täyteaineet
Joustokerros	Polyuretaani, polyeteeni, styreeni-butadieenikumi

Jalkapalloilukäytössä olevissa kentissä yleisimpiä tekonurmityyppejä ovat kentät, joiden täyteaineena on kierrätetyistä autonrenkaista valmistettu SBR-rouhe. Muita käytössä olevia synteettisiä täyteaineita ovat eteeni-propeenidieenikumi (EPDM) ja termoplastinen elastomeeri (TPE), jotka valmistetaan neitseellisistä raaka-aineista. Täyteaineena voidaan käyttää myös luonnonmateriaaleja, kuten korkkia ja kookoskuituja, mutta niiden käyttö on vielä toistaiseksi vähäistä. Suomessa ulkokenttien täyteaineena on toistaiseksi käytetty lähes yksinomaan SBR-rouhetta.

Aiemmat arviot ympäristöön leviävän kumirouheen määrästä jalkapallokentiltä vaihtelevat (taulukko 2) ja ovat perustuneet lähes poikkeuksetta täyteaineen vuotaiseen lisäystarpeeseen, ilman että kentillä on tehty käytännön selvityksiä, kuten ympäristönäytteenottoa (poikkeuksena Regnell 2017 ja

2019). Vaikka meristrategiadirektiivi on merkittävästi vaikuttanut tekonurmikenttiin tulevaisuudessa kohdistuvaan sääntelyyn, ei vesistöihin päätyvistä kumirouhemääristä ja kulkeutumisreiteistä ole juuri-kaan tutkimustietoa. Ensimmäiset laskelmat Suomenkin päästöjen osalta tehtiin ilman, että saatavilla oli mitattua tietoa päästöjen todellisista määristä. Näin ollen arvio perustui kenttien ylläpitäjiltä ja materiaa-litoimittajilta saatuihin tietoihin vuotuisista täyteaineiden lisäyksistä kentille (Setälä ja Suikkanen 2020). Kuten kyseisessä raportissakin todetaan, näin ei saada riittävän luotettavaa kuvaa päästöjen määrästä.

Kaikilta maailman FIFA-sertifioituilta kentiltä on laskennallisesti arvioitu kulkeutuvan ympäris-töön yhteensä noin 4 400–16 500 tonnia kumirouhetta ja nukkalankaa vuosittain. (Eunomia 2017) Kai-kista tekonurmikentistä noin 10 % on FIFA-sertifioituja (Eunomia 2017). Kaikki tekonurmikentät huo-mioiden olisivat päästöt laskennallisesti Euroopan alueella paljon suuremmat (18 000–72 000 tonnia vuodessa; Hann ym. 2018). Yksittäisten tekonurmikenttien kumirouhepäästöjä on arvioitu mm. Ruot-sissa, Norjassa, Tanskassa, Saksassa ja Englannissa. Arviot liikkuvat 300–5 000 kg välillä (taulukko 2). Ruotsin ympäristötutkimuskeskus (IVL) on julkaissut neljä raporttia, joissa on laskennallisesti arvioitu jalkapalloilukäytössä olevilta tekonurmikentiltä ympäristöön leviävän kumirouheen määrää. Ensimmäi- sessä, vuonna 2016 julkaistussa selvityksessä, kumirouhetta arvioitiin kulkeutuvan yhdeltä kentältä kes- kimäärin 3–5 tonnia vuodessa (Magnusson ym. 2016), mutta arviot ovat tuoreemmissa selvityksissä huomattavasti vähäisemmät. Viimeisimmän arvion mukaan yhdeltä täysimittaiselta kentältä leviää ku- mirouhetta ympäristöön noin 500 kg vuodessa (Krång ym. 2019). Ruotsissa on myös tehty opinnäyte- työnä yksi näytteenottoon perustuva kenttätutkimus, jonka perusteella kumirouhetta arvioitiin päätyvän vesistöihin enintään 340–370 kg vuodessa yksittäiseltä kentältä (Regnell 2017). Mikäli Hann ym. (2018) käyttämää arviota täyteaineen vuosihävikistä (1–4 %) sovellettaisiin Suomen jalkapallokenttiin, joihin perustamisvaiheessa käytetään 30–120 tonnia SBR-rouhetta (Setälä ja Suikkanen 2020), olisivat täysikokoisen jalkapallokentän laskennalliset vuotuiset kumirouhepäästöt 0,3–4,8 tonnin välillä.

**Taulukko 2. Aiemmissä tutkimuksissa tehtyjä arvioita tekonurmikentiltä ympäristöön päätyvän kumirouheen määrästä.**

Maa	Arvio mikromuovin kulkeutumisesta ympä-ristöön (kg/kenttä/ vuosi)	Arviointitapa	Lähde
Tanska	1500-2500 kg	Laskennallinen arvio	Lassen ym. 2015
Ruotsi	3000–5000 kg	Laskennallinen arvio	Magnusson ym. 2016
Ruotsi	Max 340–370 kg pintavesiin	Kenttätutkimus*	Regnell 2017
Saksa	3150 kg	Laskennallinen arvio	Bertling ym. 2018
Tanska	300–700 kg, josta 10–200 kg päätyy vesistöihin	Laskennallinen arvio	Løkkegaard ym. 2018
Ruotsi	500 kg	Laskennallinen arvio	Krång ym. 2019
Ruotsi	55–73 kg	Kenttätutkimus**	Regnell 2019

\* Hulevesikavoihin päätyvä kiintoaines, jonka joukossa oli määrittelemätön määrä kumirouhetta

\*\* Hulevedet, pelaajat ja kentän harjaus

### 1.3 Hankkeen tavoitteet

TEKONURMI-hankkeen tavoitteena oli arvioida jalkapallokenttien täyteaineena yleisimmin käytetyn SBR-rouheen kulkeutumista ympäristöön Suomen olosuhteissa koekentillä tehtyjen mittausten avulla. Hankkeessa kartoitettiin tutkimukseen valituilla kahdella kentällä ja niiden yhteydessä tapahtuvat toiminnot, joilla on merkitystä kumirouheen kulkeutumisessa, sekä reitit, joita pitkin rouhehiukkaset kulkeutuvat ympäristöön. Tutkimuksista saatujen tulosten avulla arvioitiin, mitkä tekijät ovat kaikkein merkittävimpiä kumirouheen aiheuttaman ympäristökuormituksen kannalta. Hankkeen alkuperäisenä tavoitteena oli määrittää kentille lisättävän ja kentiltä poistuvan kumirouheen massamäärien avulla kumirouhetase, jonka kautta olisi myös päästy arvioimaan kentille tiivistyvän, tai mahdollisesti kenttärakenteita läpäisevän kumirouheen osuus. Kenttien rakenne ja käytetyt näytteenkeruumenetelmät eivät kuitenkaan mahdollistaneet täyden taseen laatimista. Sen sijaan arvioitiin kenttätutkimuksesta saatujen tulosten avulla sitä, mitkä tekijät ovat kaikkein merkittävimpiä kumirouheen aiheuttaman ympäristökuormituksen kannalta. Kumirouheen leviämistä huleveden mukana selvitettiin mallintamalla sadeveden kulkeutumista koekentillä ja tutkimalla, miten kappaleiden koko, sadetapahtuman intensiteetti ja alusta vaikuttavat kumirouhehiukkasten kulkeutumiseen ja huuhtoutumiseen.

## 2 Tutkimuksen toteutus

### 2.1 Tutkimuskenttien valinta

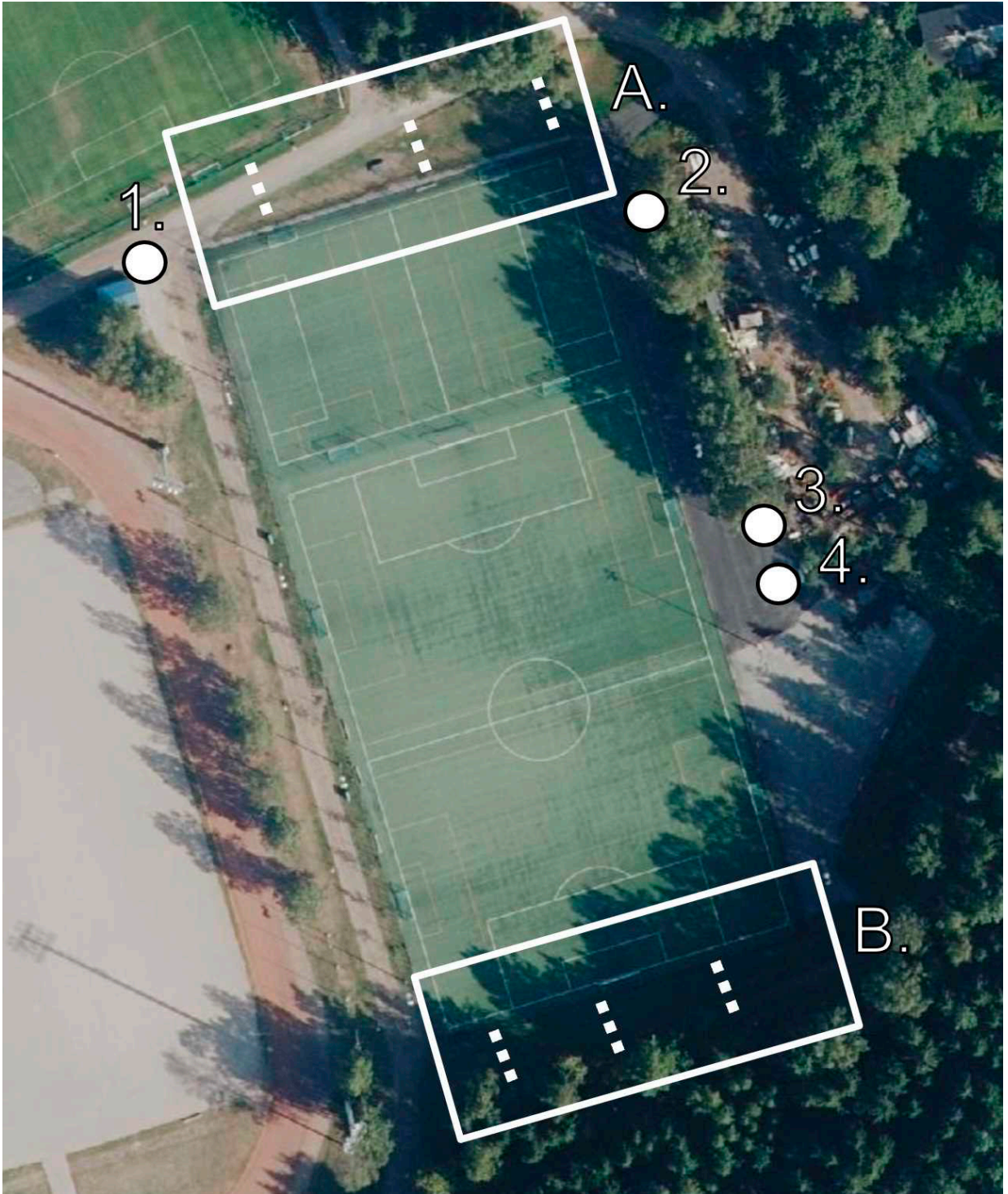
Hankkeen alussa tehtiin taustaselvitys, jonka avulla kerättiin tietoa Suomen tekonurmikentistä; niiden määristä ja rakenteista sekä siitä, millaisiin ympäristöihin kenttiä on perustettu. Kenttäkohtaisesti haluttiin selvittää kentän koko, etäisyys teistä, ojista ja puroista sekä vesistöistä (joet, lammet, järvet, meri). Huoltotoimien osalta selvitettiin muun muassa vuosittaisena ylläpitotoimena lisättävän kumirouheen määrä. Lisäksi selvitettiin kentän perustus- ja kuivatusrakenteet (lämmitys ja viemärointi) sekä kentän talviaikainen käyttö. Selvitys tehtiin käyttämällä Webropol-kysely- ja raportointityökalua (kysymykset esitetty liitteessä 1). Kysely lähetettiin kenttien huollosta vastaaville henkilöille, esimerkiksi kuntien osalta liikuntatoimesta vastaaville viranhaltijoille ja seurojen/kenttäyhtiöiden edustajille. Vastauksia saatiin 146 kentän osalta.

Vastauksista saatujen tietojen sekä joillekin kentille tehtyjen käyntien perusteella tutkimuskentiksi valikoitui kaksi tekonurmikenttää: Pirkkolan urheilupuiston tekonurmi sekä Puotilan tekonurmi Helsingissä. Tavoitteena oli vertailla kahden erilaisen kentän avulla eri tekijöiden vaikutuksia täyteaineen kulkeutumiseen pois kentältä. Kenttien valinnassa painotettiin niiden ominaisuuksia, kuten suojarakenteita, viemärointiä ja kunnossapitoa. Lisäksi kenttien valintaan vaikutti niiden sijainti pääkaupunkisedulla, jotta matkakustannukset saatiin minimoitua.

#### 2.1.1 Tutkimuskentät

Pirkkolan kenttä sijaitsee Helsingin kaupungin hallinnoimassa Pirkkolan urheilupuistossa. Tekonurmi (kuva 3) on rakennettu vuonna 2014 ja sen kokonaispinta-ala on noin 10 000 m<sup>2</sup>. Kentän täyteaineena on SBR-rouhe, jota rakennusvaiheessa asennettiin kentälle yhteensä n. 125 tonnia. Kentän perustamisen jälkeen kentälle on huollon toimesta lisätty noin 10 tonnia kumirouhetta. Kenttää ympäröi aita ja tekonurmelle pääsee kulkemaan ainoastaan porttien kautta. Käyttäjien kulku kentälle tapahtuu pääasiassa länsi- ja pohjoisivulta. Huoltotoissa käytettävät koneet kulkevat kentälle puolestaan enimmäkseen kentän luoteiskulmasta. Lumelle ja tekonurmiharjalle on varattu oma asfaltoitu huoltoalueensa kentän kaakkoisnurkasta. Huoltoalueella on kolme hulevesikaivoa ja kentän aitojen ulkopuolella on vielä lisää kaivoja. Alue on kauttaaltaan melko tasainen. Kumirouheen leviämistä alueelta on pyritty estämään aidan alareunaan jälkiasennetuilla reunuksilla ja asentamalla kenkäritilät osaan ulosmenoaukoista.





Kuva 3. Maaperäruudut (A ja B-alueet) ja tutkimuksessa mukana olleet kaivot (neljä ympyrää) Pirkkolassa. Kaivojen ja ruutujen paikat ovat viitteellisiä. Ilmakuva: © Helsingin kaupunki, kaupunkimittauspalvelut.

Puotilan kenttä (kuva 4) on perustettu vuonna 2012 ja sen kokonaispinta-ala on noin 10 000 m<sup>2</sup>. Kentän täyteaineena on SBR-rouhe, jota rakennusvaiheessa asennettiin kentälle yhteensä n. 90 tonnia. Kentän perustamisen jälkeen kentälle on huollon toimesta lisätty (n. 2 tonnia/vuosi). Kenttää ympäröi aita länsi- ja eteläsivulla, ja kentälle kuljetaan pohjois- ja itäisivulta. Kulkua tapahtuu osittain myös matalamman eteläsivun aidan yli. Huoltokoneiden säilytyspaikka on lähellä huoltorakennusta. Tekonurmialueella on kaksi hulevesikaivoa ja kentän ulkopuolella asfaltoidulla alueella on viisi kaivoa. Kentän eteläpäädyssä nousee jyrkkä mäki, jonka juurella on matala tukimuuri ja aita. Itäisivulla puolestaan on katsomo ja nurmikkoinen mäki, jonka puolessavälissä on aita. Länsireunassa rajautuu juoksuratoihin ja pohjoisreuna aitaan, jonka takana on tennis- ja koripallokentät.



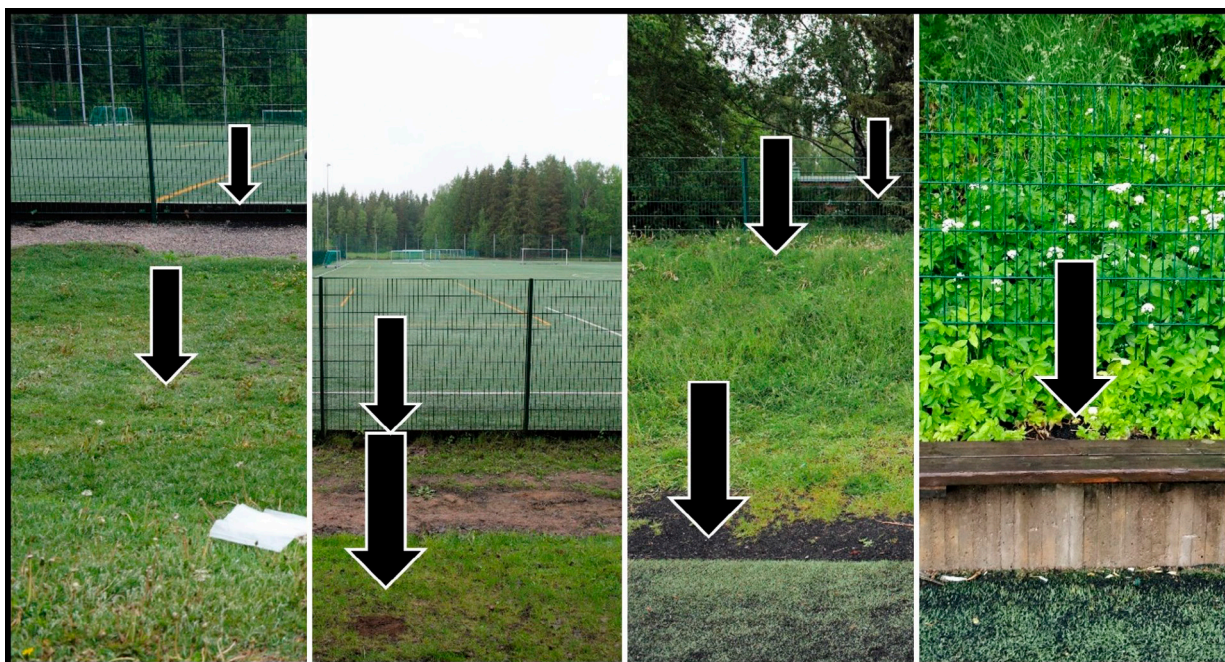
Kuva 4. Maaperäruudut (C- ja D-alueet) ja tutkimuksessa mukana olleet kaivot (viisi ympyrää) Puotilassa. Kaivojen ja ruutujen paikat ovat viitteellisiä. Ilmakuva: © Helsingin kaupunki, kaupunkimittausspalvelut.

## 2.2 Tutkimusaineisto

Kumirouheen kulkeutumista kenttäalueen ulkopuolelle selvitettiin keräämällä kumirouhenäytteitä maaperästä, hulevesikaivoista, kenttien käyttäjien kengistä, kentiltä auratusta lumesta sekä työkoneneiden harjoista ja renkaista. Lisäksi näytteitä kerättiin kentiltä pois virtaavien ojien/purojen pohjasedimentistä. Maaperä- ja hulevesinäytteitä kerättiin useaan kertaan yhden vuoden aikana.

### 2.2.1 Maaperänäytteet

Tutkimuskenttien ympäristöön perustettiin kesäkuussa 2020 koeruutuja, joiden avulla seurattiin kenttien ympäristöön leviävän kumirouheen määrää. Koeruudut olivat kooltaan 20 × 20 cm (0,04 m<sup>2</sup>), ja niitä perustettiin 0 m, 5 m ja 10 m etäisyydelle tekonurmella päällystetyn alueen reunasta. Koeruutuja perustettiin eri puolille kenttiä ympäristön rakenteet ja pinnanmuodot huomioiden (kuva 5). Pirkkolassa A- ja B-alueet kattoivat kumpikin noin 15 % tekonurmen reuna-alueen kokonaispituudesta. Pirkkolassa A-alue on nurmikenttää, joka jää kentän ja hiekkatien väliin. A-alue tarjoaa muita liikuntamahdollisuuksia; siellä on mm. pingispöytä. B-alue puolestaan on suurimmaksi osaksi nurmikkoa, joka rajautuu metsikköön ja kevyen liikenteen väylään. A-alueella liikuttiin kentällä tehtyjen havaintojen perusteella enemmän kuin B-alueella. Puotilassa C-alue kattoi noin 10 % ja D-alue noin 20 % tekonurmen reuna-alueen kokonaispituudesta. Puotilan C-alue rajautui tekonurmikenttään nousten pari metriä ylöspäin kevyen liikenteen väylälle. Rinteen puolivälissä on aita 5 m ruutujen jälkeen. Puotilan D-alue on puolestaan jyrkemmässä rinteessä ja paikoittain hyvin rehevää pusikkoa. Alueen juurella on betoninen tukimuuri, jonka taakse ensimmäinen ruutu perustettiin. 0 metrin ruutu oli näin olleen tukimuurin ja rinteessä olevan aidan välissä.



Kuva 5. Kuvat näytealueista A–D (vasemmalta oikealle). Näyteruutujen sijainti merkitty nuolin. Kuvat: Jyri Tirroniemi.

Yhteensä perustettiin 36 koeruutua (18 per kenttä) (kuva 6). Koeruutu kaivettiin 5 cm syvyyteen, vuorattiin suodatinkankaalla ja täytettiin karkealla soralla sekä puutarhamullalla. Ruudut maisemoitiin mahdollisimman hyvin, jotta ne eivät herättäisi huomiota, ja jotta ne keräisivät kumirouhetta samalla tavalla kuin niiden ympäristö. Koeruudet vaihdettiin uusiin ruutuihin kolmen kuukauden välein, jolloin ruutujen maa-aines ja niihin kertynyt kumirouhe kerättiin talteen ja toimitettiin laboratorioon analysoitavaksi. Vuonna 2020 maaperänäytteet kerättiin kesä-, syys- ja joulukuussa. Yhteensä näytteitä kertyi 108. Kesäkuun koeruudet edustavat alkutilannetta, eli kertymää usean vuoden ajalta ennen tutkimuksen aloittamista. Syyskuun näytteet edustavat kesän aikana kertyneen kumirouheen määrää ja joulukuun näytteet vastaavasti syyskauden kumirouhekertymää. Vuonna 2021 näytteet kerättiin toukokuussa, joten ne edustivat sekä talven että kevään yhteistä kumirouhekertymää. Näytteet saatiin yhteensä 29 ruudusta. Pirkkolassa menetettiin kuuden ruudun aineisto alueella tehdyn vesiputkien ja viemäreiden kunnostustöiden vuoksi. Puotilan kentällä yksi ruutu oli kaivettu ylös ulkopuolisten toimesta.



Kuva 6. Maaperäruutujen perustamista ja näytteiden keruuta Pirkkolassa ja Puotilassa. Kuvat: Maiju Lehtiniemi ja Jyri Tirroniemi.

Laboratoriossa maaperänäytteet kuivattiin, punnittiin ja niistä erotettiin noin 100 gramman osanäyte kumirouhepitoisuuden määrittämiseksi tiheyserottelumenetelmällä. Näytteisiin lisättiin vettä ja ne sekoitettiin huolellisesti, jolloin suurin osa kumirouheesta painui näyteastian pohjalle ja kevyempi aines, kuten kasvien osat, jäivät kellumaan pinnalle. Näytettä kaadettiin pieniä määriä kerrallaan seulalle (silmäkoko 1 mm). Sen jälkeen näytteestä eroteltiin pinseteillä kumirouhe ja muu aines erillisiin astioihin. Erottelu suoritettiin stereomikroskoopin alla, jotta talteen kerätyt hiukkaset pystyttiin varmistamaan kumirouheeksi. Lopuksi näytteistä eristetty kumirouhe kuivattiin ja punnittiin. Osanäytteille laskettiin kumirouheen osuus (%) osanäytteestä jakamalla kumirouheen paino osanäytteen painolla. Tämän prosenttiosuuden perusteella laskettiin kumirouheen määrä koko näytteessä.

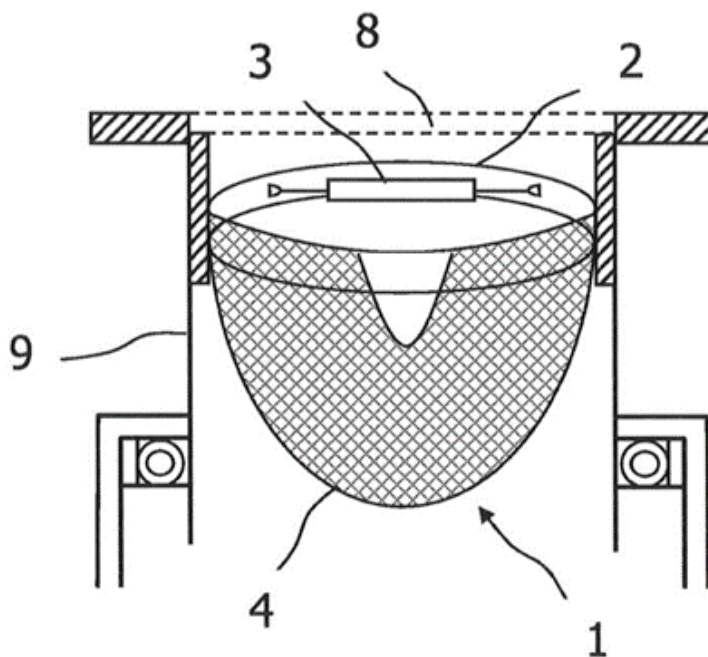
## 2.2.2 Hulevesinäytteet

### Tutkimuskenttien hulevesijärjestely

Puotilan ja Pirkkolan tekonurmikenttien kuivatusjärjestelmän periaate on tavanomainen: tekonurmikenttä viettää reuna-alueelle, missä ritiläkaivot keräävät hulevedet ja ohjaavat ne tontin hulevesiviemäriin. Tontin koontikaivon kautta hulevedet virtaavat painovoimaisesti kunnalliseen hulevesiviemäriin ja purkavat avo-ojien ja muiden uomien kautta lopulta vastaanottavaan vesistöön, Suomenlahteen Itämerelle.

Pirkkolan kenttä kuuluu Haaganpuron 1081 hehtaarin valuma-alueeseen, jonka osavaluma-alueilla läpäisemättömien pintojen osuus vaihtelee 10 prosentista (mm. Keskuspuisto) aina 55 prosenttiin (Etelä-Haaga). Tontin hulevesiliittymästä Haaganpuroon laskevan rummun päähän on matkaa n. 370 m. Tämä runkoviemäriin nimellinen halkaisija on kooltaan 300–1300 mm ja n. 0,6 % kalteva. Ennen purkuaukkoa siihen liittyy Rapparintien suunnasta toinen halkaisijaltaan 1000 mm hulevesiviemäri. Uomasto jatkuu Pikku Huopalahteen asti n. 4,5 kilometrin päähän. Puotilan kenttä kuuluu Marjaniemenpuron 143 hehtaarin valuma-alueeseen, jonka läpäisemättömien pintojen osuus on noin 50 %. Tontin hulevesiliittymästä Marjaniemenpuroon laskevan rummun päähän on matkaa n. 700 m. Tämä runkoviemäri on kooltaan 800–1000 mm ja n. 0,3 % kalteva. Marjaniemenpurosta uomasto jatkuu Vartiokylänlahteen asti n. 1 km päähän.

Hulevesiviemäriverkostoon kulkeutuvan kumirouheen määrää selvitettiin asentamalla Pirkkolan ja Puotilan kenttien läheisyydessä oleviin ritiläkaivoihin 70 µm silmäkoon näytekeräimet (kuvat 7–9). Kummallekin kentälle asennettiin neljä keräintä. Keräimet toimitti Watec Oy, joka myös vastasi suodattimien asennuksesta ja seurasi suodattimien toimintaa alkuvaiheessa pistokokein. Ritiläkaivoon päätyvä vesi virtaa keräimen suodatinpussiin, joka päästää huleveden läpi, mutta pidättää rouheen. Suotautunut hulevesi jatkoi viemäriin tai ylivuotolanteissa virtasi keräimen yläosan ylivuotoaukoista. Keräimestä saadun rouheen määrä punnittiin ja kumirouheen osuus kokonaisnäytteestä määritettiin osanäytteestä samalla menetelmällä kuin maaperäruuduista.



Kuva 7. Poikkileikkaus hulevesikaivosta (9), johon on asennettu näytekeräin (1). Suodatin kiinnittyy kaivon sisäpintaan kiristyspannalla (2). Tarkempi kuvaus näytekeräimen rakenteesta löytyy liitteestä 3. Kuva: Watec Oy.



Kuva 8. Hulevesisuodatin, jonka pussiosa on valmistettu 70 µm silmäkoon viirakankaasta.  
Kuva: Watec Oy.



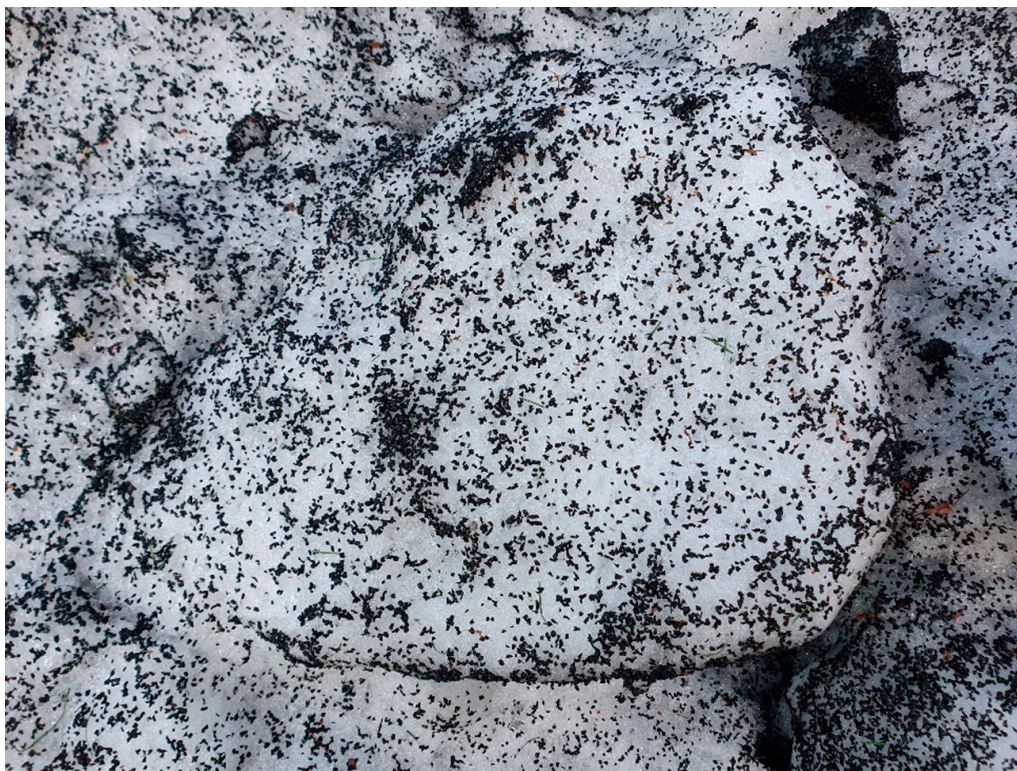
Kuva 9. Paikalleen asennettu hulevesisuodatin. Kuva: Jyri Tirroniemi.

Mukaan valittiin valuma-alueeltaan erilaisia ja kenttään nähden eri etäisyyksille sijoittuneita kaivoja (kuvat 3 ja 4). Pirkkolan kaivot 1 ja 2 kuvaavat enimmäkseen kumirouheen kulkeutumista käyttäjien ja huoltokoneiden mukana kentän ulkopuolelle, koska valuma-alueet eivät juurikaan ulotu tekonurmelle. Kaivoilla 3 ja 4 on kummallakin suuri osuus valuma-alueesta tekonurmella, mutta myös kentän viereisellä huolto- ja lumensäilytysalueella. Puotilan kaivo 1 kuvaa enimmäkseen kumirouheen kulkeutumista käyttäjien ja huoltokoneiden mukana. Kaivoilla 2, 3 ja 4 on runsaasti valuma-aluetta tekonurmella, mutta myös kentän viereisellä huoltoalueella. Kaivo 5 sijaitsee kentällä tekonurmen ympäröimänä.

Puotilassa (kuva 4) suodatin vaihdettiin kaivosta 2 kentän toiselle puolelle kaivoon 5 kuukauden jälkeen, jotta saatiin parempi käsitys kumirouheen kulkeutumisesta erilaisiin kaivoihin. Tutkimuksen aikana ilmeni, että kaivo 2 Pirkkolan kentän reuna-alueella pysyi kuivana, eli sinne ei virrannut vesiä pinnantasausten johdosta, joten se jätettiin pois mallinnuksesta. Lisäksi havaittiin, että yksi suodatin (Pirkkolan kaivo 1) tukkeutui siihen kertyneen hienojakoisen hiekan, orgaanisen materiaalin ja kenttien merkinnässä käytetyn kalkkipohjaisen maalin vuoksi. Tukkeutumisen estämiseksi kaikkiin suodattimiin vaihdettiin suuremman silmäkoon (230 µm) suodatinkangas joulukuussa 2020 välityhjennyksen yhteydessä. Pintavalumamallin mukaan Pirkkolan kaivoon 1 ei virtaa vesiä kentältä vaan kaivoon päätynyt kumirouhe on kulkeutunut muuta kautta (huoltokoneet ja käyttäjät). Vaikka suodattimet pyrittiin tyhjentämään säännöllisesti, on mahdollista, että osa kumirouheesta pääsi runsaiden sateiden aikana ylivuotosuojan kautta hulevesiverkostoon.

### 2.2.3 Luminäytteet

Luminäytteitä otettiin Pirkkolasta joulukuussa 2020 (yksi näyte) sekä joulukuussa 2021 (kolme näytettä). Puotilasta luminäytteet otettiin tammikuussa 2022 (neljä näytettä). Näytteet kerättiin lumikasoista (kuva 10), joihin oli aurattu lunta tekonurmikentiltä. Laboratoriossa näytteet punnittiin ja sulatettiin, ja niistä määritettiin kumirouheen osuus samalla tiheyserottelumenetelmällä kuin maaperäruuduista. Aurauksen vaikutus merkittävänä kumirouheen siirtäjänä (kuva 11) on havaittavissa paljain silmin.



Kuva 10. Tekonurmikentältä aurattua lunta. Kuva: Erika Sainio.



Kuva 11. Tekonurmikentältä aurattua lunta marraskuussa 2020. Kuva: Jyri Tirroniemi.

#### 2.2.4 Kenkien mukana kulkeutuva kumirouhe

Kenkien mukana pois kentiltä kulkeutuvan kumirouheen määrää selvitettiin kokeellisesti lokakuussa 2021. Kolme testihenkilöä käytti erilaisia kenkiä Puotilan ja Pirkkolan tekonurmilla, ja kenkiin tarttunut kumirouhe kerättiin talteen (taulukko 3). Testikentkinä käytettiin tavallisia lenkkikenkiä, nappulakenkiä ja turf-kenkiä, jotka on tarkoitettu erityisesti tekonurmialustalle (kuva 12). Näiden lisäksi yhdellä testihenkilöllä oli agilitykengät, joita käytetään kumirouhepohjaisella agilityradalla.

**Taulukko 3. Kokeessa käytettyjen kenkien koot ja nappulamäärät.**

Henkilö	1	2	3
Kengän koko	39	44	37–38
Nappuloiden lukumäärä: turf-kengät	62	59	53
Nappuloiden lukumäärä: nappulakengät	12	12	10





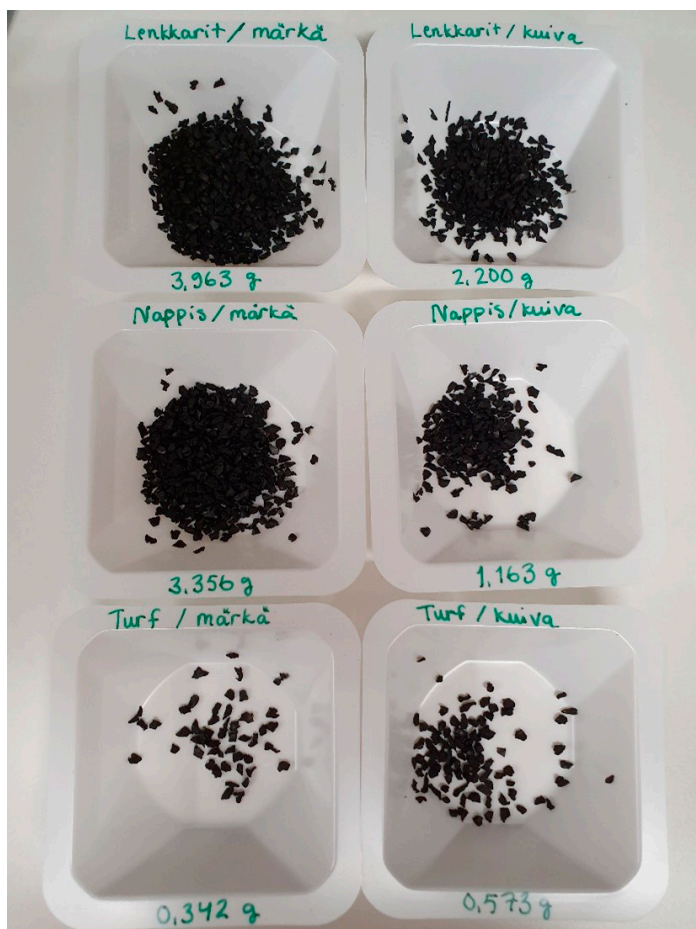
Kuva 12. Lenkkikengät, nappulakengät sekä turf-kengät ja agilitykenkä. Kuvat: Erika Sainio.

Testaajat juoksivat kentällä kaksi kierrosta kentän puoliväliin ja takaisin pysähdellen ja liikkeelle lähtien joka kierroksella 20 kertaa. Tämän jälkeen kengät harjattiin huolellisesti laakean metalliastian päällä (kuva 13), ja kumirouhe kerättiin talteen erillisiin näytepusseihin. Jokainen testaaja toisti testin kolme kertaa yhtä kenkätyyppiä kohden. Puotilasta näytteet otettiin märällä ja kuivalla säällä. Pirkkolasta näytteet otettiin ainoastaan märällä säällä. Näytteet kuivattiin laboratoriossa (50 °C), minkä jälkeen niistä nypittiin pinseteillä roskat ja nukkalanka, ja lopuksi jäljelle jäänyt kumirouhe punnittiin (kuva 14).

Kenkien mukana kulkeutuvan kumirouheen vuosittainen kokonaismäärä laskettiin kertomalla kenttien kävijämäärät kengistä otettujen kumirouhenäytteiden painolla. Laskuissa käytettiin vuoden 2020 kävijätilastoja, jotka saatiin kenttien vastuuhenkilöiltä. Pirkkolan tekonurmikentällä oli vuoden 2020 aikana 203 000 ja Puotilan kentällä 200 000 kävijää.



Kuva 13. Testattujen kenkien puhdistusta näytteitä varten. Kuvat: Erika Sainio.



Kuva 14. Kenkänäytteitä Puotilan tekonurmikentältä. Kuva: Erika Sainio.

### 2.2.5 Kentällä tehtävien huoltotoimien merkitys kumirouheen kulkeutumisessa

Tekonurmikenttien huollossa käytetään harjalanaa, jonka avulla nukkalanka saadaan nostettua pystyyn ja myös tasattua kumirouheen määrää kentän eri osissa. Koekentillä käytetty harjalana (kuva 15) oli kiinnitetty traktoriin (kuva 16). Talviaikaiseen ylläpitoon käytetään vastaavasti tarkoitukseen valmistettua traktoriin kiinnitettävää lumiauraa (kuva 17).

Huoltotoimien aikana harjaksiin tarttuvan kumirouheen määrää selvitettiin syksyn 2021 aikana keräämällä viisi näytettä Pirkkolan kentällä käytettävästä tekonurmiharjasta. Harjasta otettiin kaksi näytettä kuivalla kelillä ja kolme sateisella säällä. Pirkkolan liikuntapuiston työntekijä keräsi näytteet SYKEN tutkijoiden antamien ohjeiden mukaisesti: kenttä harjattiin tavalliseen tapaan ja harjakoneen harja puhdistettiin pressun päällä, josta kumirouhe kerättiin talteen. Näytteet kuivattiin laboratoriossa, jonka jälkeen ne punnittiin. Yli 300 gramman painoisista näytteistä otettiin osanäyte. Näytteistä eristettiin kumirouhe aiemmin kuvatulla tiheyserottelumenetelmällä.



Kuva 15. Tekonurmiharja. Kuvat: Erika Sainio ja Jyri Tirroniemi.

Kenttien harjaamiseen käytettävästä traktorista otettiin kolme näytettä joulukuussa 2021. Kenttä oli näytteenottohetkellä märkä. Traktorilla ajettiin kierros kentän ympäri, jonka jälkeen traktoriin ja sen renkaisiin tarttunut kumirouhe harjattiin käsiharjalla irti pressun päällä. Pressulle kertynyt kumirouhe otettiin talteen ja eristettiin roskista ja muusta materiaalista laboratoriossa.



Kuva 16. Tekonurmikentän harjaamisessa käytettävä traktori. Kuva: Erika Sainio.

Tekonurmikentän harjauksessa leviävän kumirouheen vuosittainen kokonaismäärä laskettiin sen oletuksen perusteella, että kenttä harjataan kerran viikossa lukuun ottamatta talvikautta, jolloin kenttää auraataan. Tiedot vuoden 2021 lumettomasta ajanjaksosta saatiin Ilmatieteen laitoksen tietokannoista. Kumirouheen vuosittainen päästömäärä saatiin kertomalla harjauksetojen määrää tekonurmiharjasta ja traktorista saatujen näytteiden painoilla.

Tekonurmiaurasta otettiin näyte helmikuussa 2021. Näytteenottopäivänä tekonurmikentällä oli kuuva pakkaslunta. Kenttä oli aiemmin aurattu tavalliseen tapaan, ja ennen näytteenottoa traktori ajoi lisäksi muutaman kierroksen kentällä. Sen jälkeen traktori ja auraosa harjattiin käsiharjalla pressun päällä, pressulle kertynyt materiaali kerättiin talteen ja lopuksi kumirouhe eroteltiin näytteestä laboratoriossa.



Kuva 17. Tekonurmikentän auraamisessa käytetty aura ja traktori. Kuva: Jyri Tirroniemi.

Tekonurmiauran mukana kulkeutuvan kumirouheen vuosittainen kokonaismäärä laskettiin kentän aurauksetojen perusteella. Pirkkolan urheilupuiston työntekijöiden mukaan tekonurmikenttä aurataan, jos lunta on satanut vähintään 1 cm. Tiedot vuoden 2021 sademääristä ja lämpötiloista saatiin Ilmatieteen laitoksen tietokannoista, ja niiden perusteella arvioitiin, kuinka monta kertaa kenttä oli aurattu vuoden aikana. Määrä kerrottiin tekonurmiaurasta ja traktorista saadun kumirouhenäytteen painolla.

## 2.2.6 Puronäytteet

Sedimentinäytteitä otettiin keväällä 2021 Pirkkolan ja Puotilan tekonurmikenttien lähellä sijaitsevista puroista (Haagan- ja Marjaniemenpuro), joihin kulkeutuu kenttien hulevesiä. Näytteenotolla haluttiin selvittää, kuinka kauas tekonurmikentiltä kumirouhe kulkeutuu pintavesien mukana. Näytteet kerättiin varsihaavilla purkuputken suulta (0 m) sekä 57 m ja 129 m päästä purkuputkesta alavirtaan (kuva 18). Marjaniemenpurosta kerättiin näytteet myös juuri ennen Vartiokylänlahteen laskemista sekä Vartiokylänlahdesta. Lisäksi näytteitä otettiin Myllypuron tekonurmikentän lähellä sijaitsevasta Mustapurosta (0 m, 57 m ja 129 m etäisyydellä ensimmäisestä hulevesiputkesta). Näytteistä eristettiin kumirouhe aiemmin kuvatulla tiheyserottelumenetelmällä.



Kuva 18. Näytteenottoa Haaganpurossa. Kuva: Outi Setälä.

## 2.2.7 Kumirouheen määrä uusittavalla kentällä (Töölö)

Kumirouheen määrästä pitkään käytössä olleella kentällä haluttiin arvio ja tätä varten tarvittiin kenttä, jonka tekonurmimatto oltiin uusimassa. Sopiva kenttä löytyi Helsingin Töölöstä, josta käytiin hake-massa noin 30 × 40 cm näytepala tekonurmimattoa kumirouheineen. Palanen leikattiin mattoveitsellä ja nostettiin kokonaisen säilytyspussiin. Laboratoriossa palasesta eristettiin kumirouhe samalla tiheyserottelumenetelmällä kuin maaperäruudusta.

## 2.2.8 Hydrologinen ja hydraulinen mallinnus

Hulevesimallinnusta tarvittiin ensisijaisesti tutkimuskaivojen virtaamatietojen arviointiin. Mallin avulla saatiin arvio kaivoihin päätyneistä tilavuusvirtaamista tutkimuskeräimien tyhjennysväleillä, jotta voitiin laskea kumirouheen määrä kuutiossa hulevettä. Tilavuusvirtaamien lisäksi hulevesi- ja maastomallin avulla pystyttiin arvioimaan valuma-alueiden kaltevuuksia, huippuvirtaamia ja kentiltä hulevesiverkoston purkautuvan virtaaman nopeutta. Näitä virtaamaolosuhteita voitiin verrata kumirouheen kulkeutumiseen vaikuttaviin fysikaalisiin ominaisuuksiin, ja arvioida kuinka rouhe liikkuu virtaaman mukana. Tarkempi kuvaus mallinnuksen toteutuksesta ja mallinnukseen liittyvistä epävarmuuksista on esitetty liitteessä 2.

## 2.2.9 Kyselytutkimukset

Hankkeen aikana tehtiin kaksi kyselytutkimusta, jotka molemmat toteutettiin Webropol-kyselytyökalun avulla (liitteet 1 ja 2). Ensimmäinen kysely lähetettiin tammikuussa 2020 kaupunkien ja seurojen osalta yhdelle liikuntatoimen viranhaltijalle, jota pyydettiin jakamaan sitä eteenpäin. Samoin tehtiin urheiluseurojen osalta; kysely lähetettiin yhdelle seuratoimijalle/kenttäyhtiön edustajalle, jonka toivottiin täyttävän tiedot kaikista seura- tai kenttäyhtiön hallinnoimista kentistä ja halleista. Yhteystiedot saatiin Suomen palloliiton kautta. Yhteensä kyselyn sai 203 yhteys henkilöä. Kyselyn tarkoituksena oli kerätä taustatietoa tekonurmikenttien rakenteista ja ylläpidosta, ja auttaa valitsemaan hankkeeseen sopivat testikentät.

Kenttien käyttäjien näkemyksiä kumirouheen leviämisestä kartoitettiin toisen tutkimuksen avulla kevään 2021 aikana. Kysymyksiä oli yhteensä 15 ja ne olivat yhtä avointa kysymystä lukuun ottamatta monivalintakysymyksiä. Kyselyn avulla haluttiin selvittää kenttien käyttäjien näkemyksiä siitä, kuinka paljon kumirouhetta kulkeutuu pois tekonurmikentiltä erilaisten käyttäjäryhmien mukana, millä eri tavoilla kumirouhetta kulkeutuu käyttäjien mukana ja mihin kumirouhe lopulta päätyy. Lisäksi kerättiin käyttäjien ehdotuksia siitä, miten voitaisiin vähentää kumirouheen kulkeutumista tekonurmikenttien ulkopuolelle. Kysely lähetettiin sähköisesti Palloliiton pelipassikirjeessä pelaajille ja huoltajille sekä seurakirjeessä valmentajille ja seuratyöntekijöille.

## 3 Tulokset ja niiden tarkastelu

### 3.1 Kumirouheen määrä maaperäruuduissa

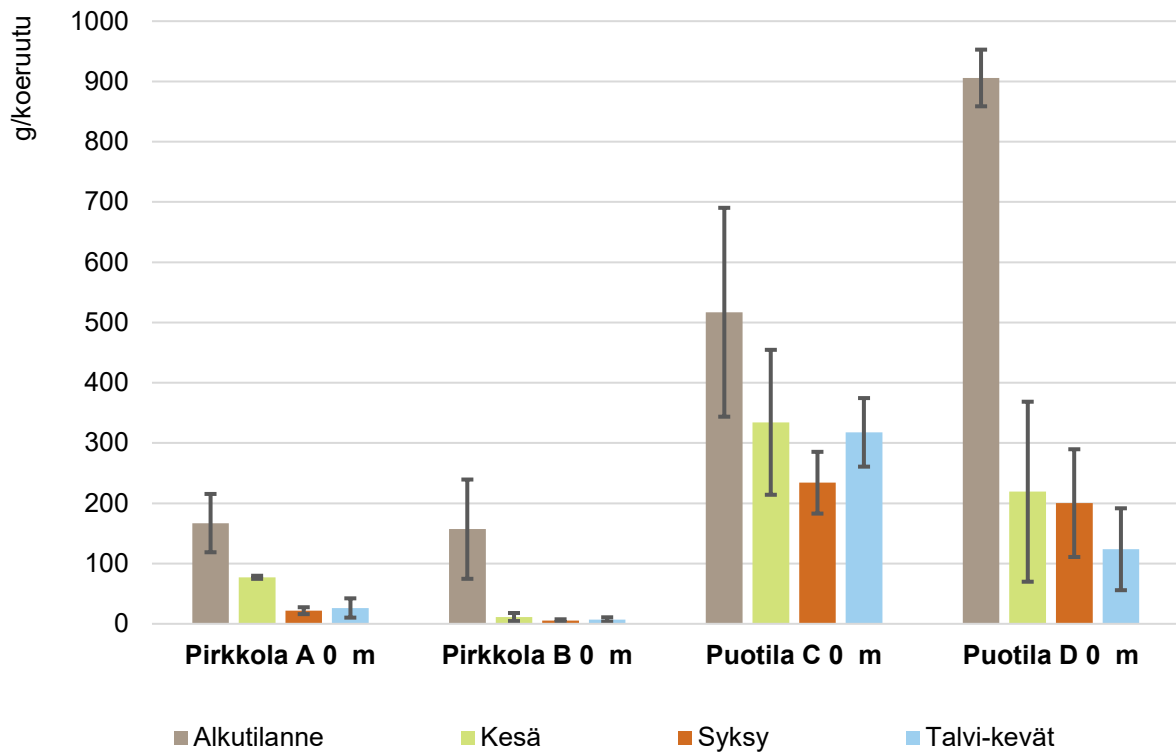
Sekä Pirkkolassa että Puotilassa suurin osa koeruutuihin kulkeutuneesta kumirouheesta oli kertynyt kenttiä lähimpänä oleviin ruutuihin (etäisyys kentistä 0 m). Kumirouhekertymä väheni nopeasti siirtymässä 5 m ja 10 m etäisyydelle kentistä (taulukko 4), minkä vuoksi 5 m:n näytteet analysoitiin vain alkunäytteiden osalta, ja jätettiin sen jälkeen seurannan ulkopuolelle. Kenttätutkimuksen aluksi kerätyissä maaperänäytteissä näkyy ero kenttien välillä ja Puotilassa myös kentän reunojen välillä.

**Taulukko 4. Kumirouheen keskimääräinen määrä (g) maaperäruudussa tutkimuksen alussa.**

Etäisyys kentän reunasta (m)/ Alue	A	B	C	D
0	167,1	157,0	517,0	905,8
5	27,0	2,5	10,2	0,2
10	7,9	0,1	0,7	0,2

Erot kenttien vuosikertymän osalta olivat merkittäviä. Puotilassa koeruutuihin kertyi enemmän kumirouhetta kuin Pirkkolassa (kuva 19). Vuoden seurantajakson aikana Pirkkolan kentältä analysoituihin koeruutuihin kertyi yhteensä noin 450 g kumirouhetta ja Puotilassa vastaavasti noin 4,3 kg kumirouhetta. Keskimääräinen kumirouhekertymä yhdelle koeruudulle Pirkkolassa oli noin 13 g ja Puotilassa noin 120 g vuodessa. Puotilassa kumirouhetta kulkeutui koeruutuihin siis lähes kymmenkertainen määrä Pirkkolaan verrattuna. Puotilan kentälle asennettujen rinnakkaisten koeruutujen välillä havaittiin suurta hajontaa kumirouheen kertymisessä, mikä saattaa vaikuttaa siihen, että mahdollisia eroja vuodenaikojen välisessä kertymisessä ei nähdä. Hienoista vaihtelua havaittiin myös Puotilassa C- ja D-alueiden välillä. Vaihtelu ruutujen välillä liittyy luultavasti hulevesien ohjautumiseen, kentälle ja kentältä liikkuviin käyttäjiin sekä huoltokoneiden liikkumiseen kentällä ja sen ympäristössä. Tulosten tulkinnassa täytyy huomioida se, että kenttiä ja kenttien ympäristöä huolletaan. Tästä syystä osa maaperäruutuihin kertyneestä kumirouheesta luultavasti siirtyy joko käyttäjien, kunnossapidon, sateen tai sulamisvesien vaikutuksesta eteenpäin. Siirtyminen eteenpäin voi osittain selittää miksi Puotilan C-alueelle kertyi vuoden aikana enemmän kumirouhetta kuin D-alueelle, vaikka kokeen alkaessa D-alueella oli enemmän kumirouhetta. D-alue on matalan tukimuurin päällä, jolloin sen yli ei esimerkiksi ajeta harjakoneella.

Tulosten perusteella vaikuttaa siltä, että kumirouhetta kertyy heti kenttää ympäröivään maaperään ympäri vuoden, mutta määrä ei loputtomasti lisäännä, vaan maaperä ikään kuin kyllästyy kumirouheella (määrä n. 500–1000 g kumirouhetta koeruutua kohden) joka voi kulkeutua eri reittien kautta esimerkiksi läheisiin hulevesiviemäriin. Kumirouhemäärät nurmi-/metsäpeitteisessä ympäristössä kauempana kentästä (5 ja 10 m kentästä) olivat hyvin alhaiset (taulukko 4), joten kumirouheen passiivinen leviäminen kasvipeitteisellä maalla ei vaikuttaisi olevan suuri ympäristöriski.

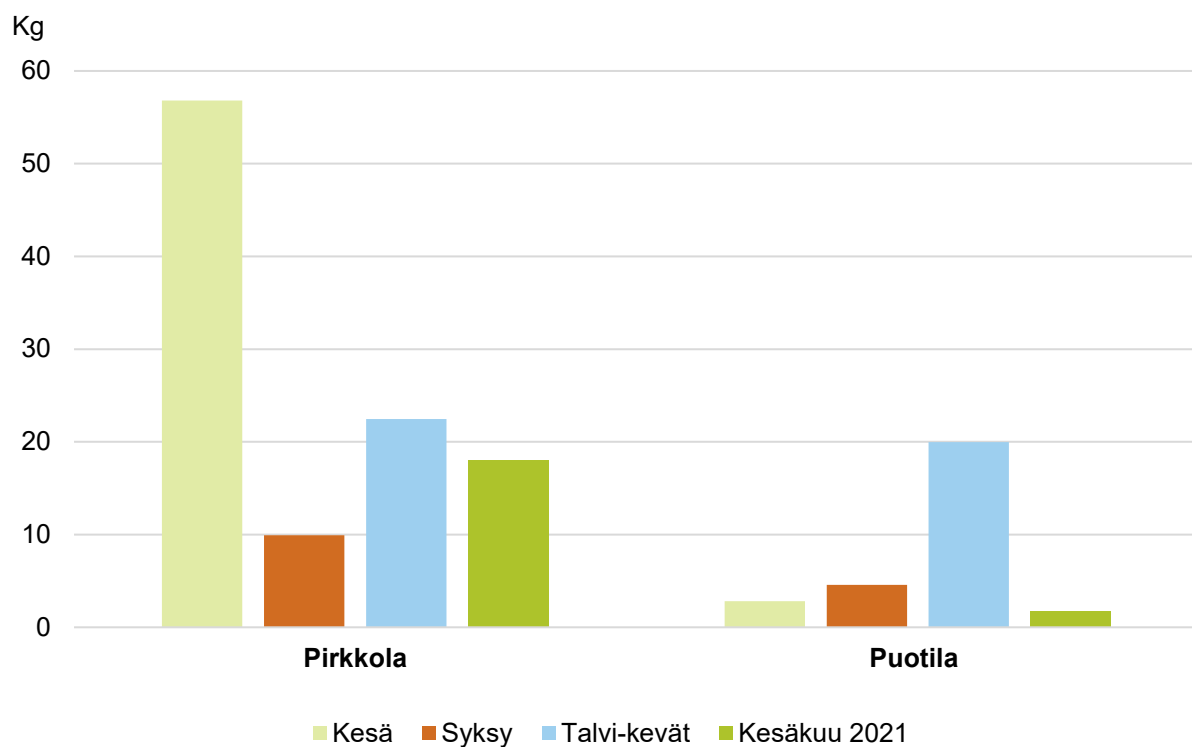


Kuva 19. Kumirouheen keskimääräinen kertymä kenttiä lähimpänä oleviin maaperäruutuihin (0 m).

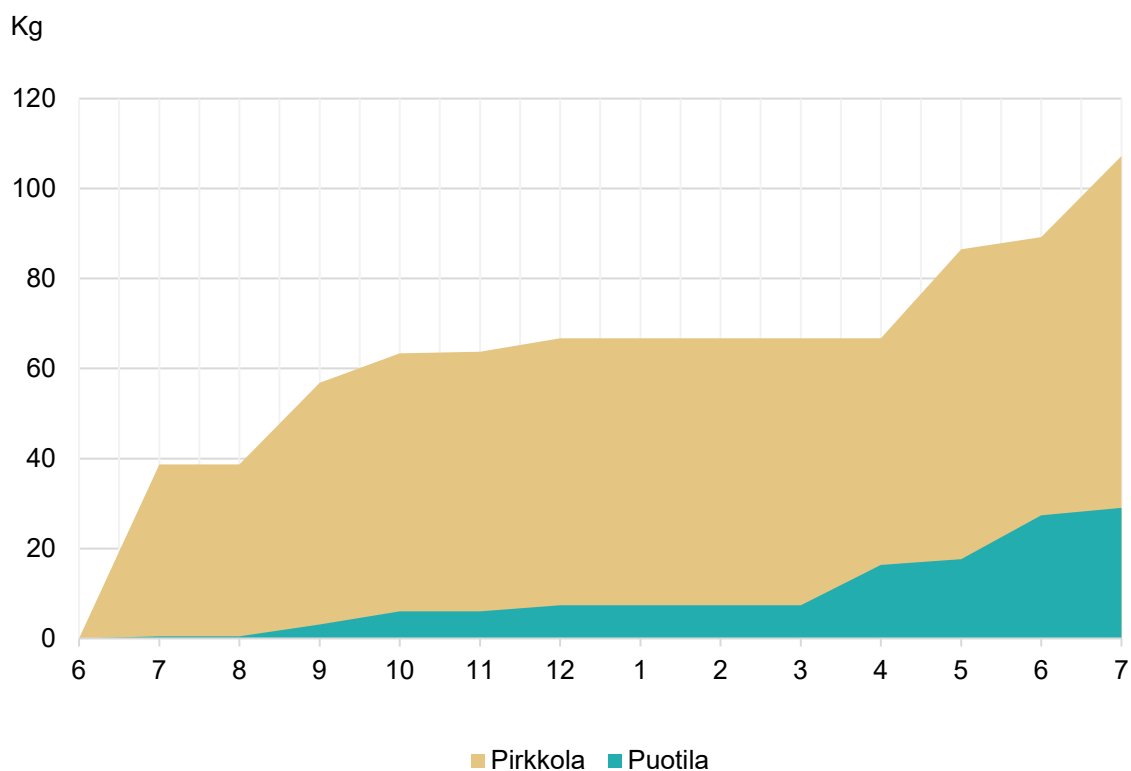
### 3.2 Hulevedet kumirouheen kuljettajana

Hulevesinäytteitä kerättiin kahden vuoden seurannan aikana yhteensä 60. Kumirouheen kulkeutumiseen hulevesien mukana vaikutti erityisesti vuodenaika (kuva 20) sekä kaivon sijainti kenttäalueella (taulukko 5) kenttäalueella. Pirkkolassa kertyi kaikkina vuodenaikoina enemmän kumirouhetta hulevesisuodattimiin kuin Puotilassa. Pirkkolassa eniten kumirouhetta kertyi kesäkaudella, Puotilassa puolestaan talvi-kevätkaudella (kuva 21.).





Kuva 20. Kumirouheen kertyminen hulevesikaivoihin vuoden tarkkailujakson aikana (kg/mittausjakso/valuma-alue). Kesä (kesä–elokuu), syksy (syys–marraskuu) talvi-kevät (joulu–toukokuu). Kuvassa on mukana myös varsinaisen mittausjakson ulkopuolinen kesäkuun 2021 kertymä.



Kuva 21. Kumirouheen kumulatiivinen kertymä (kg) hulevesisuodattimiin 06/20–07/21.

Vaikka Pirkkolassa kumirouhetta kulkeutui kaivoihin kokonaisuudessaan enemmän kuin Puotilassa, niin yksittäisten kaivojen välillä oli merkittäviä eroja. Eniten kumirouhetta vesimäärään suhteutettuna kulkeutui Puotilan hulevesikaivoon 5 (taulukko 5). Tämä johtuu siitä, että Puotilan kaivo 5 sijaitsee tekonurmialueella sekä siitä, että sen valuma-alue on hyvin pieni. Tällöin jo yksi ajokerta harjakoneella kaivon yli voi aiheuttaa suuren kumirouhepäästön kaivoon. Kummallakin kentällä suurimmat kumirouhemäärät löytyivät kenttää lähimpänä sijainneista kaivoista, mutta kumirouheen huomattiin kulkeutuvan myös kauemmas, esimerkiksi parkkipaikalla sijainneisiin kaivoihin. Pirkkolassa suurimmat kumirouhemäärät löytyivät odotetusti tekonurmialueen yhteydessä olevalta asfalttikentältä, jota käytettiin myös huoltokoneiden ja lumen säilytysalueena. Varsinkin keväällä lumien sulaessa kumirouhetta kertyi runsaasti kaivosuodattimiin ja suodattimia täytyi tyhjentää tiuhaan.

**Taulukko 5. Keskiarvot kumirouheen määrästä (kg) kuutiometrissä hulevettä eri vuodenaikoina. Asteikko <0,1 (vaaleanharmaa), 0,1–1, 1–10 ja >10 kg/m<sup>3</sup> (tummanharmaa). Taulukossa on mukana myös varsinaisen mittausjakson ulkopuolinen kesäkuun 2021 keskiarvo.**

Kaivo	Kesä	Syky	Talvi-kevät	Kesäkuu 2021	Kaivon sijainti ja etäisyys (m) tekonurmesta
Pirkkola 1	0,019	0,010	0,003		Kulkuväylällä, 10
Pirkkola 3	0,389	0,078	0,274	0,643	Huoltoalue, 10
Pirkkola 4	0,377	0,110	0,970	1,093	Huoltoalue, 10
Puotila 1	0,005	0,028	0,044	0,046	Kulkuväylällä, >10
Puotila 3	0,016	0,082	0,623	0,127	Tekonurmen vieressä, 2
Puotila 4	0,014	0,043	0,765	0,084	Tekonurmen vieressä, 1
Puotila 5	3,006	10,728	13,877	7,008	Tekonurmella, 0

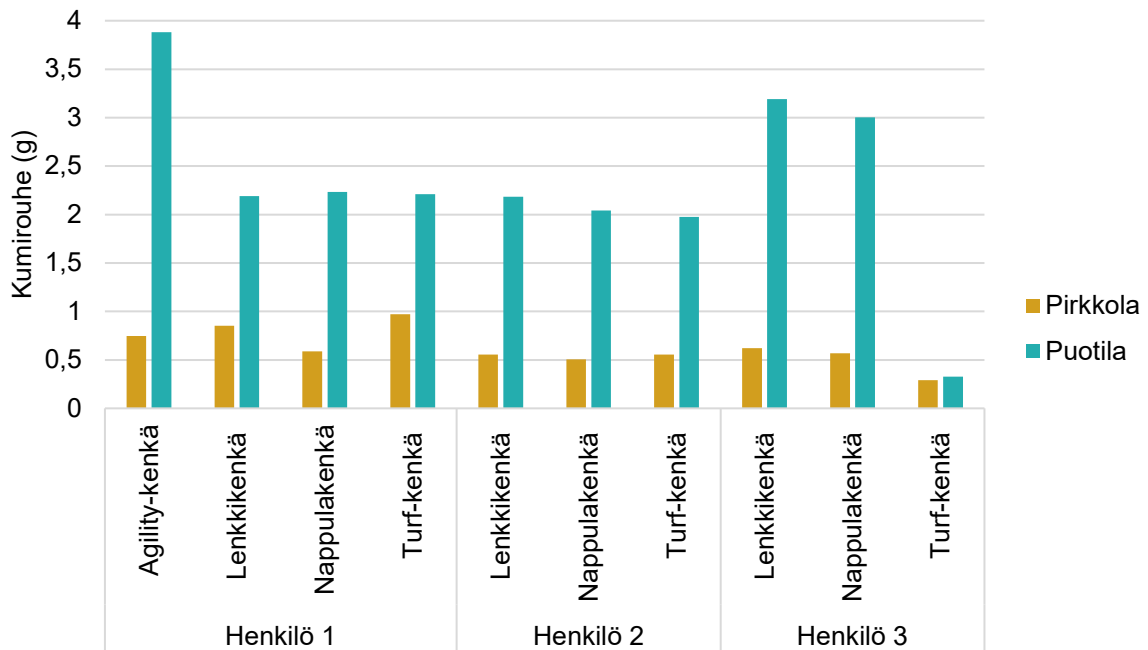
Hulevesien kumirouhepäästöihin liittyy epävarmuustekijöitä, sillä varsinkin loppukesästä ja alkusyksystä osassa kaivoista suodatinmateriaalin huomattiin tukkeutuva hulevesien mukana kulkeutuvasta hienommasta materiaalista, joka johti hulevesien valumiseen ylivuotosuojan kautta. Tukkeutumiseen osataan vaikuttaa suodatinkanakaan pieni silmäkoko, sekä kaksoiskerrosrakente, joka tukkeutui helpommin kuin myöhemmin käytetty verkko. Tästä syystä osa kumirouheesta on päässyt suodattimen ohi hulevesiviemäriin asti. Samoin kovempien sateiden aikana kaivoihin saattoi valua niin paljon kumirouhetta, että suodatin tuli täyteen ja osa kumirouheesta pääsi valumaan suodattimesta yli. Paakkuuntunut lumi ja jää tuottivat pieniä ongelmia, kun lämpötila vaihteli nollan tuntumassa, jolloin lumi vuoroin jäättyi ja sulii.

### 3.3 Luminäytteiden kumirouhepitoisuus

Joulukuussa 2021 Pirkkolasta otetuissa luminäytteissä oli kumirouhetta keskimäärin noin 6,8 % lumen painosta (min. 5,4 %, maks. 7,7 %). Joulukuun 2020 näyte eroaa näistä selvästi, sillä kumirouhetta oli siinä noin 28 % lumen painosta. Puotilasta otetuissa luminäytteissä kumirouhetta oli keskimäärin noin 5,6 % lumen painosta (min. 0,6 %, maks. 10,5 %). Vaihtelua näytteiden kumirouhepitoisuuksissa voi selittää muun muassa aeraustapa, lumen määrä kentällä aeraushetkellä sekä lämpötila (pakkas-lumi/loska). Aerauslumen mukana kulkeutuvaa kumirouhemäärää voidaan hallita kiinnittämällä huomiota lumen varastointiin, niin että lumien sulaessa kumirouhe saadaan otettua talteen ja parhaassa tapauksessa puhdistettua uudelleen käytettäväksi kentällä. Auratun lumen määrä ei ollut tiedossa, joten lumen mukana kulkeutuvan rouheen kokonaismäärää ei voinut laskea.

### 3.4 Kumirouheen kulkeutuminen kenkien mukana

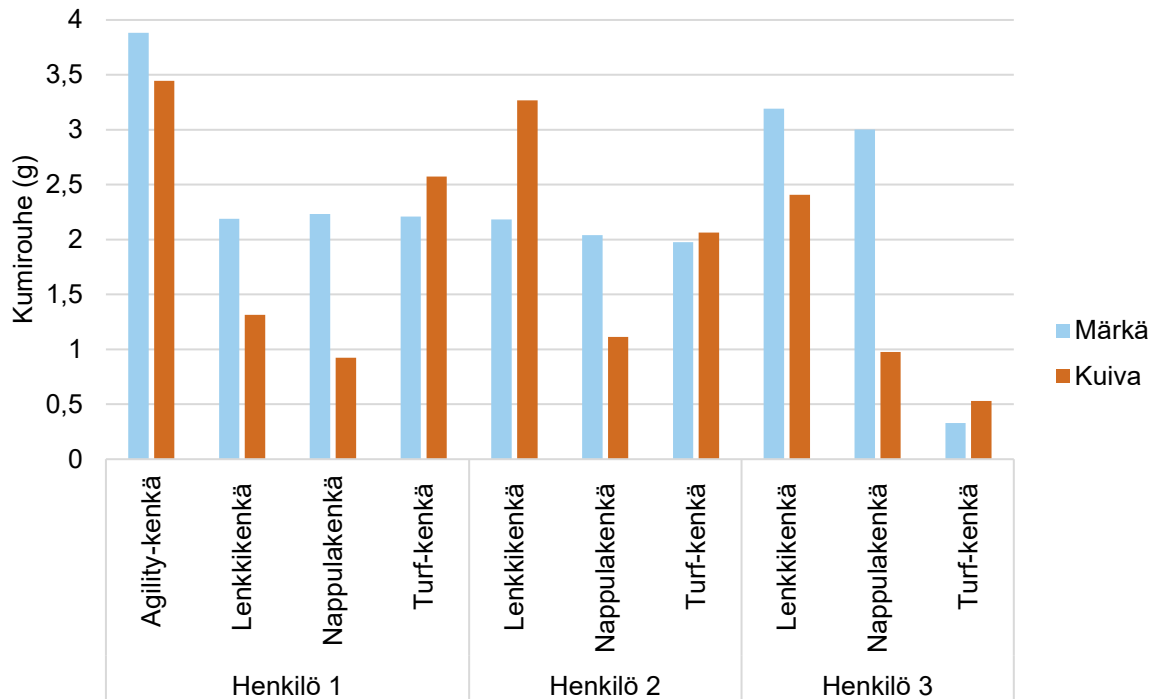
Kentän käyttäjien mukana voi kulkeutua suuria määriä kumirouhetta, keskimäärin 1,6 g/käyttäjä/käyttökerta. Puotilasta sadesäällä otetuissa kenkänäytteissä oli enemmän kumirouhetta kuin Pirkkolasta otetuissa näytteissä. Kaikkien kenkänäytteiden keskiarvo Puotilassa märällä säällä oli 2,3 g kumirouhetta, kun Pirkkolassa se oli 0,6 g (kuva 22).



Kuva 22. Kenkiin tarttuneen kumirouheen määrä (g) keskimäärin märällä säällä Pirkkolassa ja Puotilassa.

Puotilasta märällä säällä otetuissa kenkänäytteissä oli keskimäärin enemmän kumirouhetta (ka. 2,3 g) kuin kuivan sään näytteissä (ka. 1,9 g), mutta kenkien välillä oli selkeitä eroja (kuva 23). Märällä säällä kaikilla testaajilla tarttui enemmän kumirouhetta nappulakenkiin kuin turf-kenkiin. Kuivalla säällä tilanne oli päinvastainen; kumirouhetta tarttui enemmän turf-kenkiin kuin nappulakenkiin. Turf-kengät keräsivät melko saman määrän kumirouhetta kelistä riippumatta. Lenkkitosuissa tulokset vaihtelivat testaajien välillä. Kahdella testaajalla kumirouhetta tarttui enemmän märkiin kenkiin, mutta yhdellä testaajalla kuivat lenkkarit keräsivät enemmän kumirouhetta. Agilitykenkiin tarttui enemmän kumirouhetta kuin mihinkään muihin kenkiin Puotilassa sekä märällä että kuivalla säällä. Kenkien välisiä eroja voi selittää kenkien materiaali sekä muotoilu, kuten nappuloiden määrä ja koko.

Regnell (2019) selvitti Kalmarissa tehdyssä kenttätutkimuksessa vastaavasti jalkapallojoukkueiden pelaajien mukana kulkeutuvan kumirouheen määrää. Saadut arviot kumirouhemäärästä yhden pelaajan varusteissa (1,7 g/pelaaja) ovat samansuuruiset kuin Puotilan ja Pirkkolan kenttien testeistä saatu keskimääräinen arvo (1,6 g/pelaaja). Erot arvioissa kumirouheen kulkeutumisessa pelaajien mukana selittyvät etenkin kenttien käyttöasteella (pelaajien määrä vuodessa), mikä arvioitiin Suomen testikentillä huomattavasti korkeammaksi kuin Ruotsissa Kalmarin kentällä.



Kuva 23. Kenkiin tarttuneen kumirouheen paino (g) keskimäärin märällä ja kuivalla säällä Puotilassa.

Aineiston perusteella on ilmeistä, että kenkiin kertyy käytön aikana suhteellisen paljon kumirouhetta riippumatta kenkätyypistä, sääolosuhteista tai kentästä. Mikäli kenkiä ei puhdisteta, rouhetta kulkeutuu kenttäalueen ulkopuolelle. Kenttätutkimuksessa ei erikseen selvitetty kumirouheen kertymistä kentän käyttäjien muihin varusteisiin ja vaatteisiin tai kenkien sisään.

### 3.5 Kumirouheen takertuminen työkonseisiin

Tekonurmiharjasta otetuissa näytteissä kumirouhemäärät vaihtelivat pääosin 147–263 g välillä sekä sateisella että poutaisella säällä. Tekonurmiharjaan kertyy Pirkkolassa kumirouhetta keskimäärin 200 g/harjauskerta; poikkeuksena yksi sateisen sään aikana kerätty näyte (kumirouhetta 1958 g).

Harjan lisäksi myös traktoriin kertyy kumirouhetta harjaamisen aikana. Kentän harjaamisessa käytettävään traktoriin kertyi kumirouhetta yhden testiajon aikana keskimäärin 26 g. Traktoria näytteenoton aikana ajanut liikuntapuiston työntekijä arvioi, että kumirouhetta tarttuu traktoriin ajoittain huomattavasti enemmän kuin näytteenottohetkellä. Syyksi hän arvioi muun muassa sen, että kenttää oli jouduttu auraamaan pari viikkoa ennen näytteenottoa, ja kumirouhetta oli poistunut kentältä aurauslumen mukana. Kentän auraaminen talvella kuljettaa kumirouhetta pois, ja sitä lisätään kentälle yleensä keväällä, jolloin myös työkonseisiin tarttuu runsaammin kumirouhetta. Toisena ajankohtana traktoriin olisi siis todennäköisesti kertynyt enemmän kumirouhetta.

Tekonurmiaurassa ja auraamiseen käytettävässä traktorissa oli kumirouhetta yhteensä 204 g (aura 45 g; traktori 159 g). Määrä on samaa suuruusluokkaa, kuin tekonurmiharjan ja harjaamisessa käytettävän traktorin yhteenlaskettu kumirouhemäärä (226 g). Tulokset ovat suuntaa antavia koska tekonurmiaurasta ja auraamiseen käytettävästä traktorista otettiin vain yksi näyte. Näytteet osoittavat kuitenkin, että työkonseetit ovat tärkeä reitti kumirouheen kulkeutumiselle.

### 3.6 Purosedimentistä eristetty kumirouhe

Purojen pohjasedimentistä löydettiin kumirouhetta, pitoisuuksien pysyessä pääsääntöisesti alle yhden prosentin (kuiva-aine). Korkeimmat pitoisuudet löydettiin Puutilasta, Marjaniemenpuroon laskevan hulevesiputken purkuaukolta, josta löydettiin 31,6 % pitoisuus kumirouhetta kuivassa sedimentissä. Kumirouhetta oli niin paljon, että se havaittiin silmämääräisesti mustana kerroksena puron pohjalla ja reunoilla (kuva 24). Kumirouhepitoisuus laski seuraavalla näytepisteellä (57 m) alle prosenttiin (0,8 %). Kumirouhetta löytyi muutamia hippusia juuri ennen kohtaa, jossa puro laskee Vartiokylänlahteen. Matkaa purkuputken suulta lahteen kertyi noin kilometri. Tulos viittaa siihen, että kumirouhe kulkeutuu hulevesien mukana aina vastaanottaviin vesistöihin saakka. Kulkeutumista luultavasti edesauttavat rankkasateet, joiden aikana virtausnopeudet puroissa nousevat ja enemmän kiintoainesta kulkeutuu alavirtaan. Pirkkolan hulevedet vastaanottavasta Haaganpurosta ei löytynyt Marjaniemenpuroon kaltaisia kumirouhepitoisuuksia. Suurin kumirouhepitoisuus Haaganpurossa oli noin 0,3 % kuivassa sedimentissä.



Kuva 24 Kumirouhetta (ympyröity) Marjaniemenpuroon laskevan hulevesiputken suulla.  
Kuva: Jyri Tirroniemi.

### 3.7 Töölön kentältä kerätty näyte

Töölön kentän uusimisen yhteydessä kentältä otettiin tekonurmimatosta  $29 \times 42$  cm näytepala, josta eristettiin kumirouhe laboratoriossa. Näytteessä oli kumirouhetta  $13 \text{ kg/m}^2$ . Näytepalan perusteella laskettiin, että kentällä olisi jäljellä noin 96 tonnia kumirouhetta. Pala otettiin kentän reuna-alueelta, joten se ei kuvaa täydellisesti koko kentän tilannetta, sillä kumirouheen määrä vaihtelee kentän eri osissa,

esimerkiksi maalivahdin alue verrattuna muuhun pelialueeseen. Kentän perustamisen yhteydessä kentälle on lisätty noin 90 tonnia kumirouhetta ja huoltotoimena on lisätty 10–15 tonnia kumirouhetta. Tämän perusteella kentältä on kadonnut 4–9 tonnia kumirouheesta kentän elinkaaren aikana.

### 3.8 Hydrologisen ja hydraulisen mallinnuksen tulokset

Hydrologisen ja hydraulisen mallinnuksen tulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 3. Tulosten yhteenvedona voidaan todeta, että seuraavilla valuma-alueen ja hulevesiverkoston ominaisuuksilla on vaikutusta kokonaisvirtaamiin sekä virtausnopeuteen ja näin ollen rouheen kulkeutumiseen hulevesien mukana:

- Valuma-alueen läpäisevän pinnan osuus: mitä vähemmän on läpäisemätöntä pintaa ennen ritiläkaivoja, sitä pienemmät ovat virtausnopeudet ja tilavuusvirtaamat kaivoihin.
- Läpäisevän pinnan vedenläpäisykerroin: mitä suuremmaksi saadaan vedenläpäisevyys kentän eri pinnoille, sitä pienempi on virtaama kaivoihin. Koska itse tekonurmikentällä on perustilanteessa suuri läpäisykerroin, on reuna-alueiden merkitys suurin sellaisten ritiläkaivojen kohdalla, joihin suuntautuu virtaamaa kentän ulkopuolelta. Talvella/kevättalvella pintojen vedenläpäisevyyden merkitys on pieni.
- Painannesäilyntä: läpäisemättömien pintojen suuremmalla painannesäilynnällä on hieman vaikutusta valuntaan ja rouheen leviämiseen lyhyillä sateilla, mutta käytännössä reuna-alueiden pinnoille ei voida tehdä keinotekoisia painanteita, jotka lätköityvät ja haittaavat alueen käyttöä.
- Pinnan karkeus ja kaltevuus: karkeilta ja tasaisilta pinnoilta kumirouhe huuhtoutuu heikommin kuin sileiltä ja jyrkiltä pinnoilta.
- Kasvillisuuden peittämällä pinnalla vedenläpäisykerroin on suurempi kuin kasvittomalla. Lisäksi tiedetään, että kasvillisuus pitää yllä kasvialustan vedenläpäisevyyttä.
- Tekonurmikenttää kuivattavien ritiläkaivojen sijoittelulla lähelle tekonurmialuetta ja pinnantasausten toteuttamisella siten, ettei reuna-alueiden läpäisemättömiltä pinnoilta valu niihin vettä, vähennetään tekonurmikenttää kuivattavien ritiläkaivojen virtaamia ja siten rouheen kulkeutumista hulevesiverkoston

Kentältä tehtyjen mittausten ja niihin pohjautuvien mallinnusten perusteella tärkeintä on estää rouheen pääsy hulevesiä keräävään ritiläkaivoon. Hulevesimallinnuksen, verkostotarkastelun, huuhtoutumis-/kulkeutumislaskelmien sekä maastossa tehtyjen havaintojen perusteella voidaan todeta, että hulevesiputkeen tai ojaan päästessään tekonurmilta karkaava rouhe kulkeutuu luonnonvesistöön nopeasti ja hallitsemattomasti. Kaivoihin asennettavat keräimet vaativat jatkuvaa tarkkailua ja säännöllistä tyhjentämistä, koska keräimiin kertyy paljon muutakin kuin kumirouhetta varsinkin silloin, kun tekonurmikenttää kuivattavan ritiläkaivon valuma-alueella on kasvillisuutta sekä sitomattomia päällysteitä ja läpäisemätöntä pintaa juuri ennen kaivoa. Hiekka, puiden lehdet ja roskat kulkeutuvat helposti keräimiin aiheuttaen tukkeutumista ja ylivuotoa runsaiden sateiden aikana. Virtaamat vaihtelevat pinnan tasaisuuden, rakenteen ja läpäisykyvyn mukaan. Tekonurmikenttä on itsessään hyvin vettä läpäisevä, joten rouhe ei huuhtoudu huleveden mukana niin helposti kaivoon, jos ritiläkaivon valuma-alue on vain tekonurmipintaa.

Rouhetta kulkeutuu kuitenkin ihmisten vaatteissa ja huoltoajoneuvojen mukana laajalle alueelle kentän ympäristöön. Lisäksi roudan aikana hulevesi ei imeydy tehokkaasti, vaan kulkee pintavaluntana, mikä vaatii kentän ulkopuolisia hulevesiratkaisuja. Huleveden pintavaluman vähentäminen tontilla ehkäisee rouheen kulkeutumista hulevesien mukana kunnalliseen verkostoon. Kentän ympäristön läpäisevät pinnat, viherkaistat, painanteet ja viivytyksaltaat edesauttavat hulevesien imeytymistä ja haihtumista. Rouhe myös pidättyy kasvillisuuteen ja laskeutuu painanteiden pohjalle.

### 3.9 Kumirouhepäästöt vuositasolla

Pirkkolan ja Puotilan tekonurmikentiltä poistuvalla kumirouheelle arvioitiin potentiaaliset päästömäärät vuodessa laskemalla yhteen maaperä-, hulevesi-, kenkä- sekä työkoneista saatujen näytteiden tulokset. Luminäytteistä saatuja tuloksia ei tässä yhteydessä voitu käyttää. Tuloksista laskettiin keskiarvoihin perustuvat keskimääräiset päästöt sekä pienin ja suurin mahdollinen päästömäärä. Potentiaalisten kokonaispäästöjen laskennassa laskettiin yhteen kaikki kumirouhe, joka kulkeutuu pelialueen ulkopuolelle. Kaikki tekonurmialueen ulkopuolelle kulkeutunut kumirouhe ei kuitenkaan leviä ympäristöön, mikäli sitä palautetaan takaisin kentän alueilta, missä esimerkiksi huoltokoneita säilytetään. Tekonurmikenttien taustaselvitykseen vastanneista 68 % ilmoitti, että tekonurmialueen ulkopuolelle kulkeutunutta kumirouhetta ei palauteta takaisin kentälle.

Tarkastelluista reiteistä eniten kumirouhetta (taulukot 7 ja 8) vaikuttaisi kulkeutuvan pois kentiltä kenttien käyttäjien mukana. Kengissä kulkeutuu kumirouhetta vuosittain arviolta 46–211 kg Pirkkolan ja 47–851 kg Puotilan tekonurmikentiltä. Määrät ovat samaa suuruusluokkaa kuin Ruotsissa tehdyssä arvioissa, jonka mukaan yksittäiseltä tekonurmikentältä kulkeutuu vuosittain 40–600 kg kumirouhetta käyttäjien mukana (Regnell 2017). Tekonurmiharjan ja -auran mukana kulkeutuu tulosten perusteella vähemmän kumirouhetta, kuin käyttäjien mukana, mutta on huomattava, että osa huoltotoimien aiheuttamasta kumirouheen leviämisestä on mukana kenttää ympäröivään maaperään päätyneessä kuormituksessa.

Kenttien eri puolille perustettuihin maaperäruutuihin kertyi hyvin erisuuruisia määriä kumirouhetta. Kenttiä reunustaviin (0 m) maaperäruutuihin vuoden aikana kertynyt kumirouhemäärä (kuva 19) vastaa neliometriä kohti suhteutettuna keskimäärin Pirkkolassa (A-alue: 3,1 kg/m<sup>2</sup> ja B-alue: 0,6 kg/m<sup>2</sup>) ja Puotilassa (C-alue: 22,2 kg/m<sup>2</sup> ja D-alue: 13,6 kg/m<sup>2</sup>). Tutkimuksen kohteena olleet maaperäruudut vastaavat noin kolmannelta tekonurmialueen piiristä, minkä vuoksi koko kentän osalta kuormitus on todellisuudessa suurempi. Maaperään tulee kulkeumaa monesta eri lähteestä kentän huoltotoimien ja käytön seurauksena, eikä eri lähteiden osuuksia ole mahdollista erotella. Kenttien välisiä eroja selittää osaltaan se, että Pirkkolassa kenttää ympäröi matala suoja-aita, joka rajoittaa kumirouheen leviämistä maaperään. Tutkimuskaivojen hulevesisuodattimiin kumirouhetta kulkeutui vuoden aikana 89 kg Pirkkolassa ja 27 kg Puotilassa. On kuitenkin huomattava, että kaikkia tekonurmikenttäalueiden kaivoja ei ollut mahdollista sisällyttää tutkimukseen, vaan suodattimia asennettiin vain osaan kaivoista. Tutkimuskaivojen valuma-alueet kattoivat 21 % tekonurmikentän kokonaisvaluma-alueesta Pirkkolassa ja 14 % Puotilassa. Hulevesikaivoihin päätyvän kumirouheen kokonaismäärä vuodessa olisi todellisuudessa suurempi, mikäli pystyttäisiin huomioimaan kaikki kaivot, joiden valuma-alueet ulottuvat tekonurmialueelle. Näytteenoton ja näytteiden käsittelyn työläyden vuoksi kaikkia alueen kaivoja ei kuitenkaan ollut mahdollista sisällyttää tutkimukseen. Taulukoissa 7 ja 8 on esitetty hulevesikaivojen kertymät suhteutettuna kenttien koko valuma-alueille. Minimi- ja maksimipäästöt laskettiin yksittäisten kaivojen vuosivaihtelun perusteella. Kentän pinnanmuodoista johtuen kaikki pintavalunta näiltä kahdelta kentältä ei ohjautu hulevesikaivoihin, jolloin osa kumirouheesta päätyy pintavalunnan mukana kenttää ympäröivään maaperään. Tästä syystä osa maaperän ja hulevesien kumirouhekertymän tuloksista ovat päällekkäisiä.

Näkyvän kumirouheen määrä vaihteli Pirkkolassa ja Puotilassa (kuva 25). Taulukkoon 7 ja 8 lasketut määrät ovat laskennallisia ja todelliset päästömäärät kentiltä vaihtelevat runsaasti niin kenttien ominaisuuksien kuin keliolosuhteiden mukaan, esimerkiksi yksittäisen rankkasateen havaittiin täyttävän hulevesisuodattimen kumirouheella.



Kuva 25. Puotilan kentällä (vasen) pystyasennossa olevan nukkalangan välissä näkyi selvästi enemmän kumirouhetta kuin Pirkkolan kentällä (oikea), missä nukkalanka peitti alleen kumirouheen. Kuvat: Maiju Lehtiniemi & Jyri Tirroniemi.



**Taulukko 7. Laskennalliset arviot kumirouheen potentiaalisista vuotuisista päästömääristä koko kentän alalle suhteutettua Pirkkolassa. Reiteistä mitattu poistuma = eri reittien perusteella laskettu kumirouheen poistuma. Ympäristöstä mitattu poistuma = maaperäruutuihin ja hulevesikavoihin kertyneen kumirouheen perusteella laskettu kokonaispoistuma kentältä. Arvioissa ei ole otettu huomioon mahdollisesti kentälle palautettavan kumirouheen määrää.**

Pirkkola						
	Kumirouhe (kg/v)			Kumirouhe (g/m <sup>2</sup> /v)		
Reiteistä mitattu poistuma	Ka.	Min.	Maks.	Ka.	Min.	Maks.
Kengät	127	46	211	12,2	4,4	20,3
Tekonurmiharja	21	5	73	2,0	0,5	7,0
Tekonurmiaura	5	-	-	0,5	-	-
Yhteensä	153	52	284	14,6	5,0	27,2
Ympäristöstä mitattu poistuma						
Maaperä	163	23	328	15,6	2,3	31,4
Hulevesi	374	37	636	35,8	3,6	60,9
Yhteensä	536	61	963	51,4	5,8	92,3

**Taulukko 8. Laskennalliset arviot kumirouheen potentiaalisista vuotuisista päästömääristä koko kentän alalle suhteutettuna Puotilassa. Reiteistä mitattu poistuma = eri reittien perusteella laskettu kumirouheen poistuma. Ympäristöstä mitattu poistuma = maaperäruutuihin ja hulevesikavoihin kertyneen kumirouheen perusteella laskettu kokonaispoistuma kentältä. Arvioissa ei ole otettu huomioon mahdollisesti kentälle palautettavan kumirouheen määrää.**

Puotila						
	Kumirouhe (kg/v)			Kumirouhe (g/m <sup>2</sup> /v)		
Reiteistä mitattu poistuma	Ka.	Min.	Maks.	Ka.	Min.	Maks.
Kengät	419	47	851	40,4	4,6	82,2
Tekonurmiharja*	21	5	73	2,0	0,5	7,0
Tekonurmiaura*	5	-	-	0,5	-	-
Yhteensä	444	53	923	42,9	5,1	89,2
Ympäristöstä mitattu poistuma						
Maaperä	1522	504	2374	147,1	48,7	229,4
Hulevesi	347	102	909	33,5	9,9	87,8
Yhteensä	1869	606	3283	180,6	58,6	317,2

\*Laskettu Pirkkolan näytteiden perusteella

Taulukoissa 7 ja 8 esitetyt kulkeutumisreitit eivät täysin selitä ympäristöstä mitattuja kumirouhemääriä, mikä todennäköisesti suurelta osin johtuu siitä, että lumen mukana kulkeutuvan kumirouheen määrää ei kenttäkohtaisesti voitu arvioida. Kokonaisarvion saamiseksi kaikki aurattu lumi olisi pitänyt ohjata yhteen paikkaan, lumiaurakalusto puhdistaa samalla alueella huolellisesti ja lumen sulettua paikalle jäänyt rouhe olisi pitänyt punnita.

Pirkkolan ja Puotilan kentiltä saadut tulokset ovat samaa kokoluokkaa kuin aikaisemmat Euroopan kentiltä tehdyt laskennalliset arviot (taulukko 2), mutta verrattuna esimerkiksi Ruotsissa tehtyihin aiempiin kenttätutkimuksiin (Regnell ym. 2017, 2019) saadut arviot eroavat toisistaan selvästi. Toisaalta myös kahden Suomen tutkimuskentän välillä oli havaittavissa selviä eroja eri kulkeutumisreittien aiheuttamasta kumirouheen poistumisesta kentältä, sekä rouheen päätymisessä ympäristöön, maaperään

tai hulevesiin. Suomen ja Ruotsin kenttätutkimusten tulosten väliset erot voivat selittyä kenttien erityispiirteillä, tai käytetyillä tutkimusmenetelmillä.

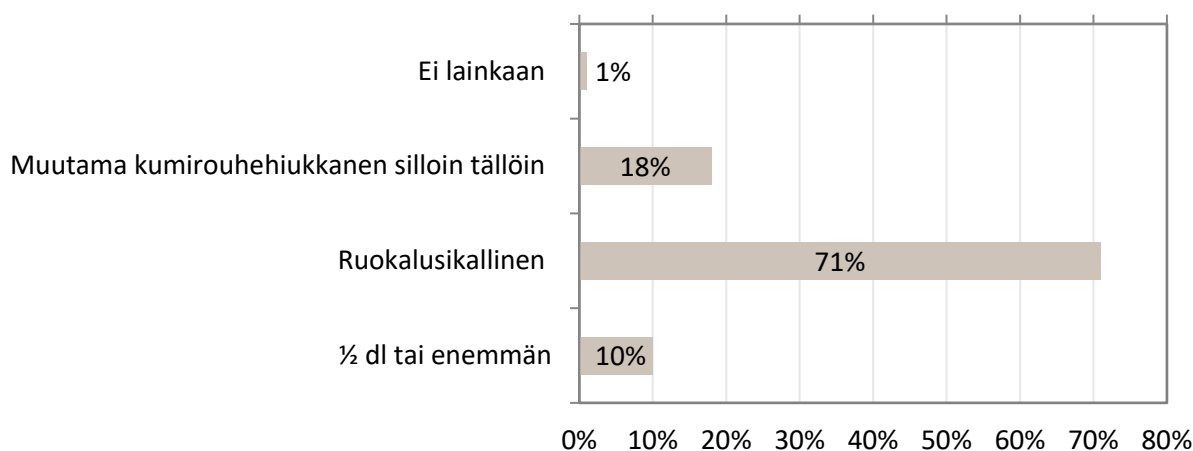
Kumirouheen poistumiseen kentältä vaikuttavat kenttien ja niitä ympäröivien alueiden rakenteet, käyttöaste, huollon käyttämät menetelmät, vuosittain lisättävän täyteaineen määrä ja paikalliset ilmasto-olosuhteet. Kumirouheen kulkeutumisen estämiseksi suunnitellut toimenpiteet onkin syytä räätälöidä kenttäkohtaisesti paikalliset olosuhteet huomioiden.

### 3.10 Kyselytutkimukset

Kenttien huoltohenkilöille lähetettyyn kyselyyn tuli 117 vastausta ja kaiken kaikkiaan saatiin 146 kentän tiedot, joista suurin osa oli ulkokenttiä. Kentät sijaitsivat 59 paikkakunnalla ympäri Suomea. Kentistä ainoastaan 4 % oli käytössään hulevesien puhdistusta. Kumirouheen leviämisen estäviä toimia oli ottanut käyttöönsä 40 % kentistä. Näihin estäviin toimiin kuuluivat mm. korokkeet, kenkäharjat ja kumirouheeton tekonurmialue pelialueen ulkopuolella. Noin 40 % kentistä oli talvikunnossapitoa, johon kuului mm. auraus, lämmitys, harjaus, suolaus ja luistelujuon teko. Yksikään vastaaja ei ilmoittanut lumen kuljettamisesta kentän ulkopuolelle, vaan kentiltä aurattu lumi kerättiin kenttien läheisyyteen.

Käyttäjäkyselyyn vastasi 1 120 henkilöä. Vastaajista 64 % oli pelaajien huoltajia ja loput pelasivat itse (18 %) tai toimivat valmentajina tai joukkueenjohtajina (18 %). Vastaajia oli 84:ltä eri paikkakunnalta Helsingin seudulta Rovaniemelle. Eniten vastaajia oli pääkaupunkiseudulta (39 %).

Vastaajia pyydettiin arvioimaan, kuinka paljon kumirouhetta poistuu tekonurmikentältä yksittäisen pelaajan mukana yhden harjoitus- tai pelikerran jälkeen (kuva 26). Yleisin arvio kumirouheen määrästä oli noin ruokalusikallinen.



Kuva 26. Vastaajien arvio siitä, kuinka paljon kumirouhetta poistuu tekonurmikentältä yksittäisen pelaajan mukana yhden harjoitus- tai pelikerran jälkeen.

Vastaajien mukaan kumirouhetta kulkeutuu pois tekonurmikentältä useimmin pelaajien kenkien, vaatteiden ja urheiluvälineiden mukana. Lisäksi kumirouhetta tarttuu kasseihin, juomapullojen pohjiin ja jopa pelaajien hiuksiin. Valmentajat ja huoltajat arvioivat mukanaan kulkeutuvan vain hyvin pieniä määriä kumirouhetta.

Alle puolet (41 %) vastaajista ilmoitti poistavansa kumirouhetta varusteistaan jo kentällä tai sen välittömässä läheisyydessä. Kentällä suoritettavasta puhdistuksestakin huolimatta 91 % vastaajista kertoi

puhdistavansa varusteitaan myös kotona, eli kaikkea kumirouhetta ei saatu poistettua kentällä. Muita puhdistuspaikkoja olivat pukuhuone, parkkipaikka ja kotipiha.

Kotiin kulkeutunut kumirouhe päättyy vastaajien mukaan yleisimmin jäteastiaan. Lisäksi kumirouhetta voi kulkeutua viemäriin esimerkiksi pyykinpesun yhteydessä. Autoihin kulkeutunut kumirouhe poistetaan sieltä yleensä jäteastiaan, mutta noin puolet vastaajista ilmoitti, että sitä päättyy myös ulos maahan.

Suurimmalla osalla (74 %) vastaajista ei ole käytettävissään puhdistusvälineitä, kuten harjoja tai kenkäralleja, eniten käyttämällään tekonurmikentällä. Ainoastaan 5 % vastaajista ilmoitti, että puhdistusvälineitä on tarjolla. Vastaajista 21 % ei tiennyt, onko puhdistusvälineitä käytettävissä vai ei. Niistä vastaajista, joilla oli käytettävissä puhdistusvälineitä, noin puolet (52 %) kertoi hyödyntävänsä niitä kumirouheen poistamiseksi varusteistaan.

Kyselyn viimeisessä osiossa vastaajia pyydettiin ehdottamaan, millaisilla toimenpiteillä kumirouhetta kulkeutuisi mahdollisimman vähän tekonurmikenttien ulkopuolelle. Avoimeen kysymykseen vastasi 524 henkilöä. Vastaukset pelkistettiin, minkä jälkeen ne ryhmiteltiin alaluokiksi. Alaluokat yhdistettiin yläluokiksi, joista muodostettiin yhteensä kymmenen toimenpide-ehdotusta (Taulukko 6.). Toimenpide-ehdotukset numeroitiin sen perusteella, mitkä ehdotukset saivat eniten kannatusta. Ensimmäisenä ovat eniten ehdotuksia saaneet toimenpiteet ja viimeisenä vähiten ehdotetut toimenpiteet.

#### Taulukko 6. Kenttien käyttäjien toimenpide-ehdotukset kumirouheen leviämisen estämiseksi.

Tekonurmikenttien käyttäjien toimenpide-ehdotukset kumirouheen leviämisen estämiseksi
Kumirouheen leviämisestä ja sen aiheuttamista ympäristöhaitoista tiedotetaan pelaajille, valmentajille ja huoltajille.
Laaditaan selkeät toimintaohjeet siitä, miten kumirouhe puhdistetaan kengistä, vaatteista ja muista varusteista. Ohjeet laitetaan esille tekonurmikentille.
Kannustetaan joukkueita ottamaan varusteiden puhdistaminen säännölliseksi yhteiseksi rutiiniksi, joka suoritetaan valmentajavetoisesti aina harjoitusten tai pelien jälkeen.
Tekonurmikentille lisätään pukukoppeja tai penkkejä, jotta varusteiden vaihtaminen helpottuu.
Kasseja ja muita varusteita varten varataan säilytyspaikkoja, kuten naulakoita, jolloin varusteisiin tarttuu vähemmän kumirouhetta kuin tekonurmikentän reunalla säilytettäessä.
Tekonurmikentille hankitaan välineitä, kuten harjoja ja kenkäralleja, joilla kumirouheen voi puhdistaa varusteista.
Tekonurmikenttien kunnosta huolehditaan ja kumirouheen leviämisen estäminen huomioidaan kaikissa huoltotoimenpiteissä.
Tekonurmikenttien ympärille lisätään suoja-alueet ja -aidat.
Kumirouheelle varataan riittävästi roska-astioita pukukoppeihin ja tekonurmikentän lähiympäristöön.
Uusilla kentillä suositaan ympäristöystävällisempiä täyteaineita SBR-rouheen sijasta.

Useimmin ehdotettu toimenpide oli asiasta tiedottaminen. Tiedon lisäämisellä ja selkeiden toimintaohjeiden antamisella katsottiin olevan hyvät mahdollisuudet vähentää kumirouheen leviämistä. Eräs vastaaja totesi: ”Varusteiden puhdistamisesta ei puhuta laisinkaan, jo joukkueille tiedottaminen auttaisi paljon”. Vastauksissa toistui ehdotus siitä, että varusteiden puhdistamisesta tulisi tehdä joukkueiden yhteinen rutiini, joka toistettaisiin valmentajavetoisesti jokaisen harjoitus- ja pelikerran jälkeen. Lisäksi ehdotettiin, että kentillä voisi olla kylttejä opastamassa pelaajia puhdistamaan varusteet.

Varusteiden vaihtaminen ennen tekonurmikentältä poistumista oli koettu toimivaksi keinoksi vähentää kumirouheen kulkeutumista kentän ulkopuolelle. Tekonurmikentille toivottiin tätä varten kunnollisia tiloja, kuten pukukoppeja, joissa olisi myös peseytymismahdollisuus. Moni ehdotti myös

penkkien lisäämistä kenttien reunoille, jotta kenkiä ei tarvitsisi vaihtaa tekonurmella istuen. Kasseille ja varusteille toivottiin säilytyspaikkoja, kuten naulakoita tai suljettavia kontteja. Tällöin varusteita ei tarvitsisi säilyttää kentällä, jolloin niihin ei tarttuisi kumirouhetta.

Vastaajat kannattivat harjojen ja kenkärallien lisäämistä kenttien kulkuväylille. Näiden lisäksi ehdotettiin, että kumirouhetta voitaisiin poistaa esimerkiksi paineilmalla tai teollisuusimurilla. Toisaalta moni huomautti, että suurin osa kumirouheesta on kenkien, säärisuojien ja vaatteiden sisällä, minkä vuoksi niiden harjaaminen ei riitä, vaan ne pitäisi puhdistaa kentällä. Muutama vastaaja kertoi hyötynensä nappulakengistä, joissa on sukkamainen ”kaulus”, sillä se estää kumirouhetta kulkeutumasta kenkään.

Monen vastaajan kokemus oli, että kenttien välillä on eroja siinä, kuinka paljon niiltä kulkeutuu kumirouhetta. Tämän arvioitiin johtuvan kumirouheen laadusta ja kentän kunnosta. Kumirouhetta arvioitiin kulkeutuvan vähemmän hyvin hoidetuilta kentiltä kuin sellaisilta, joiden nurmipinta on kulunut tai joita ei huolleta riittävän usein. Vastaajat toivoivat, että huoltotoimissa, kuten kenttien auraamisessa, huomioitaisiin kumirouheen leviämisen estäminen ja sen palauttaminen kentälle. Myös hulevesien suodattaminen sai kannatusta. Moni vastaaja oli sitä mieltä, että kentille lisättävän kumirouheen määrää olisi mahdollista vähentää. Kenttien reunoilla oli nähty suuria kasoja kumirouhetta, joita pienten lasten kerrottiin levittelevän mielellään. Kenttien ympärille ehdotettiin suoja-alueiden ja -aitojen lisäämistä. Jäteastioita toivottiin lisää sekä pukukoppeihin että kenttien lähiympäristöön, kuten parkkipaikoille, jotta varusteisiin tarttuneen kumirouheen voisi toimittaa jäteastiaan. Etenkin uusille kentille toivottiin ympäristöystävällisempiä vaihtoehtoja SBR-rouheen sijasta.

## 4 Toimenpide-ehdotukset

Tehtyjen havaintojen ja saatujen tulosten perusteella laaditut toimenpide-ehdotukset on ryhmitelty A) uusien kenttien suunnitteluvaiheessa huomioitaviin rakenteellisiin toimenpiteisiin, B) rakenteisiin ja varusteisiin, joilla leviämistä voidaan estää, sekä C) käytön ja huoltotoimien aikana huomioitaviin tekijöihin.

### A Suunnitteluvaiheessa huomioitavaa:

- Vältetään uusien kenttien sijoittamista vesistön viereen
- Varataan kentille riittävästi tilaa talvikunnossapidolle sekä lumen säilytykseen ja läjitykseen
- Varataan eristetyille alueelle riittävästi tilaa huoltokalustolle
- Hulevesien määrällinen ja laadullinen hallinta
- Huomioidaan täyteaineen leviämisen estäminen rakenteiden ja varusteiden avulla sekä kiinnitetään huomiota pinnatasauksiin, reuna-alueisiin, päällysteisiin ja kulkureitteihin (kuva 27)
- Rouheen valinta kenttäkohtaisesti, suositetaan ympäristölle mahdollisimman haitattomia vaihtoehtoja
- Nukkalangan valinta: suositetaan ympäristölle mahdollisimman haitattomia vaihtoehtoja

### B Rakenteet ja varusteet, joilla leviämistä pyritään ehkäisemään:

- Harja-asetat (kengille ja vaatteille) ja maartilät
- Sadevesikaivoihin asennettavat keräimet
- Suodatuskankaat/geotekstiilit pohjarakenteissa
- Suojaestepinnat, lumenläjitysalueet ja suojakaistat
- Kentän, kulkureittien, harja-asemien ja huoltoalueiden ympärille aidat, esteet, reunat, kourut
- Suljetut ja erottelevat hulevesivesijärjestelmät kentille ja reuna-alueille
- Suodattimet pukeutumistilojen ja suihkujen kaivoihin

### C Käytön aikana huomioitavaa:

- Rajataan talvikunnossapitoalueet ja -reitit (kuva 28)
- Ajoitetaan ja sijoitetaan huoltotoimet järkevästi (mm. harjaus kuivalla säällä)
- Huolletaan myös kentän ympäristöä (poistetaan levinnyt rouhe)
- Puhdistetaan huoltovälineet ja -ajoneuvot kentän lähellä suoja-alueella (kuva 29)
- Käytetään suositeltavia kunnossapitovälineitä
- Peitetään kaivot huollon ajaksi
- Puhdistetaan kaivot ja sakkapesät säännöllisesti

Lisäksi noudatetaan saatavilla olevia hyviksi havaittuja menettelytapoja ja ohjeita:

- Hankintaohjeet (hankintojen ympäristöoppaat, ympäristöä säästävät hankinnat jne.)
- Lupamenettelyt, ilmoitusvelvollisuudet ym.
- Yleiset määräykset ja ohjeet (RT-kortit, InfraRyl, Palloliitto, Tekonurmioppaat)
- Selkeät operatiiviset vastuut (mm. valvonnan ja seurannan järjestäminen)

Tekonurmikenttien käyttäjille tehdyssä kyselytutkimuksessa kävi ilmi, että käyttäjien mukana leviää merkittävä osuus kumirouheen vuosittaisista kokonaispäästöistä. Tähän osuuteen päästöistä olisi myös mahdollista vaikuttaa melko helposti toteutettavilla ja verrattain edullisilla toimenpiteillä, kuten tiedottamalla asiasta ja lisäämällä varusteiden puhdistuspisteitä tekonurmikentille. Pelaajille, huoltajille, valmentajille ja seuratyöntekijöille tulisi kertoa keinoista kumirouheen leviämisen estämiseksi. Viestinnässä tulisi käyttää jo olemassa olevia, toimivia kanavia, kuten esimerkiksi Palloliiton pelipassikirjettä ja seurojen viestintäalustoja. Kentille tulisi myös asentaa infokylttejä.



Kuva 27. Ilman kiinteää estettä kumirouhe kulkeutuu vapaasti kentältä pois. Kuva: Outi Setälä.



Kuva 28. Lumen mukana kumirouhe kulkeutuu mm. pintavesiin, josta kumirouhe voi kulkeutua etäälle kentästä. Kuva: Jyri Tirroniemi.



Kuva 29. Tekonurmikentältä huoltokoneiden mukana kulkeutunutta kumirouhetta. Kuva: Jyri Tirroniemi.

## Yhteenveto

TEKONURMI-hankkeessa selvitettiin jalkapallokentiltä ympäristöön päätyvän täyteaineena käytetyn kumirouheen kulkeutumisreittejä ja määriä kenttämittauksina ja kyselytutkimuksina. Koska aiemmat tutkimukset ovat lähestyneet aihetta lähinnä kentille vuosittain lisättävän kumirouhemäärän kautta, haluttiin nyt tarkastella kumirouheen kulkeutumista ympäristöön todellisten mittausten avulla. Pääosa työstä toteutettiin kahdella helsinkiläisellä jalkapallokentällä (Pirkkola ja Puotila). Kentät valittiin tutkimuksen kohteeksi kenttien ylläpitäjille lähetetyn Webropol-kyselyn kautta kerättyjen esitietojen ja kenttäkäyntien avulla. Tavoitteena oli tarkastella kahta erityyppistä kenttää, jotta olisi mahdollista selvittää eri tekijöiden vaikutusta kumirouhepäästöihin ja kumirouheen kulkeutumiseen. Näytteitä kerättiin eri vuodeaikoina kenttien lähiympäristön maaperästä, laskupurojen pohjasedimentistä, hulevesikaivoista, lumesta ja huoltotoimissa käytetyistä työkoneista. Lisäksi tutkittiin kumirouheen tarttumista kenkiin erillisen kenkätestin avulla. Hulevesimallinnusta apuna käyttäen arvioitiin hulevesikaivojen virtaamia, joiden kautta edelleen voitiin laskennallisesti määrittää kumirouheen pitoisuus kaivoihin päätyneessä hulevedessä. Hulevesi- ja maastomallin avulla arvioitiin valuma-alueiden kaltevuuksia, huippuvirtaamia sekä hulevesiverkostoon purkautuvan virtaaman virtausnopeutta.

Tutkimusalueilla tehtyjen mittausten mukaan kumirouhetta kentiltä poistavien reittien merkitys vaihteli kahden tutkimuskentän välillä huomattavasti. Esimerkiksi kentän käyttäjien kenkien mukana sekä huollon ja ylläpidon seurauksena Pirkkolan kentältä poistui arviolta 153 kg kumirouhetta vuodessa, kun Puotilassa puolestaan vastaava poistuma arvioitiin selvästi suuremmaksi (444 kg/vuosi). Hulevesikaivoista ja maaperästä tehtyjen mittausten mukaan tehdyt arviot kumirouheen kulkeutumisesta eroavat siitä, mitä em. reittien perusteella arvioitiin. Mittaustulosten skaalaamiseen koko kenttää kattavaksi liittyy epävarmuuksia, koska kenttien ympäristöt ovat monimuotoisia eivätkä esimerkiksi pelkkää nurmi- aluetta. Alueet, joita maaperäruudut edustivat, kattoivat noin kolmanneksen kenttien ympärysmittasta. Maaperästä ja hulevesikaivoista mitattujen kumirouhemäärien perusteella kenttien lähiympäristöön päätyy kumirouhetta Pirkkolassa keskimäärin 536 kg/vuosi ja Puotilassa 1869 kg/vuosi.

Molemmilla tutkimusalueilla suurin osa  $20 \times 20$  cm maaperäkoeruutuihin kulkeutuneesta kumirouheesta oli kertynyt kentän reunan välittömään läheisyyteen (0 metrin ruutuihin), minkä jälkeen kumirouhekertymä ruuduilla väheni huomattavasti siirryttäessä 5 m ja 10 m etäisyydelle kentistä. Kentät erosivat koeruutuihin kertyneen kumirouheen osalta toisistaan selvästi: Pirkkolassa kumirouhekertymä tekonurmen välittömään läheisyyteen oli keskimäärin  $1,9 \text{ kg/m}^2$  vuodessa, kun taas Puotilassa vastaava kertymä oli  $17,9 \text{ kg/m}^2$ . Näytteenoton ja näytteiden käsittelyn työläyden vuoksi tutkimukseen ei sisällytetty kaikkia kenttään liittyviä hulevesikaivoja. Suodattimia asennettiin siten, että tutkimuskaivojen valuma-alueet kattoivat 21 % tekonurmikentän kokonaisvaluma-alueesta Pirkkolassa ja 14 % Puotilassa. Näytteitä hulevesikaivosta kerättiin yhteensä 60. Kun tutkimuskaivoista kerätty kumirouhemäärä suhteutettiin koko kentän valuma-alueelle, arvioitiin Pirkkolan kentältä kulkeutuvan hulevesikaivoihin 374 kg ja Puotilan kentältä 347 kg vuoden aikana. Tulosten perusteella kumirouheen kulkeutumiseen hulevesien mukana vaikutti erityisesti vuodenaika sekä kaivon sijainti kenttäalueella. Pirkkolassa eniten kumirouhetta kertyi hulevesikaivoihin kesäkaudella, Puotilassa puolestaan talvikaudella.

Huleveden mukana tapahtuvaan kumirouheen huuhtoutumiseen tekonurmikenttien viereisiltä pinoilta, kuten asfaltilta, vaikuttaa eniten sateen intensiteetti mutta myös pinnan karkeus ja jyrkkyys. Korkeimmillaan huuhtoutuvuus on silloin, kun pinta on sileä ja sateen intensiteetti korkea. Suurin laskennallinen tilavuusvirtaama havaittiin talven–kevään 2021 aikana ( $127 \text{ m}^3$ ) Pirkkolan kaivoihin, jotka sijaitsevat asfaltoidulla alueella, kun taas pienin tilavuusvirtaama havaittiin Puotilan kentän reunassa olevaan kaivoon, joka sijaitsi alueella missä läpäisevän pinnan osuus on 99 % ja valuma-alue on pieni.

Tarkastelluista, kentiltä laskevista purojen sedimenteistä löytyi pieniä määriä (pääsääntöisesti  $<1$  % kuivapainosta) kumirouhetta. Korkeimmat pitoisuudet (31,6 % kuivapainosta) löytyivät Puotilasta, Marjanienpuroon laskevan hulevesiputken purkuaukolta, mistä eteenpäin kumirouhepitoisuus nopeasti laski, ollen 0,8 % kuivapainosta 57 metrin päässä sijaitsevalla näytepisteellä.



Huoltotoimenpiteissä käytetyt koneet siirtävät kumirouhetta erityisesti niille alueille, joilla koneita puhdistetaan ja säilytetään. Lumen aurauksessa käytettyihin laitteisiin kertyy suhteellisen vähän kumirouhetta, mutta aurattuun lumeen kumirouhetta voi kertyä suuria määriä, aurastavasta riippuen. Lumesta kerättyjen näytteiden perusteella kentältä aurattu lumi on tärkeä tekijä rouheen poistumisessa kentältä ja sen kulkeutumisessa ympäristöön. Pirkkolan kentältä auratussa lumessa kumirouhepitoisuus oli paikoitellen hyvin korkea. Luminäytteiden edustavuuden parantamiseksi näytemäärää tulisi kuitenkin kasvattaa huomattavasti, koska auratun lumen määrä on huomattavan suuri ja pitoisuudet lumikasassa vaihtelevat paljon. Vaikka testikentillä lumen mukana kulkeutunutta kumirouhetta palautetaan takaisin tekonurmialueelle keväällä lumen sulettua, ei näin välttämättä tapahdu kaikilla kentillä. Tekonurmikenttien taustaselvitykseen vastanneista 68 % ilmoitti, että tekonurmialueen ulkopuolelle kulkeutunutta kumirouhetta ei palauteta takaisin kentälle.

Kumirouheen tarttuminen kenttien käyttäjien kenkiin vaihteli etenkin kenttien välillä. Kun kenkiin kertyvän kumirouheen määrää mitattiin sadesäällä, oli kumirouhemäärän keskiarvo (kaikki testatut kenkätyypit huomioiden) Puotilassa 2,3 g kumirouhetta/kenkäpari, kun Pirkkolassa se oli vastaavasti 0,6 g. On ilmeistä, että riippumatta kenkätyypistä, sääolosuhteista tai kentästä, kenkiin kertyy käytön aikana paljon kumirouhetta. Käyttäjämääriin suhteutettuna kumirouhetta arvioitiin poistuvan Pirkkolan kentältä 127 kg/vuosi ja Puotilasta 419 kg/vuosi. Mikäli kenkiä ei puhdisteta kentältä poistuttaessa, rouhetta kulkeutuu kenttäalueen ulkopuolelle. Tutkimuksessa ei erikseen selvitetty kumirouheen kertymistä kentän käyttäjien muihin varusteisiin, vaatteisiin tai kenkien sisälle.

Täyteainepäästöjen hillintään tähtäävillä hallintatoimilla on potentiaalisesti suuri merkitys kumirouhepäästöjen vähentämisessä ja leviämisen rajaamisessa. Päästöjä estäviä toimenpiteitä voidaan toteuttaa eri vaiheissa: suunnittelussa ja rakentamisessa, asentamalla suojaavia rakenteita ja välineitä, huolehtimalla parhaista toimintatavoista käytön, ylläpidon ja huollon yhteydessä sekä ylipäättään jakamalla tietoa ja ohjeita. Kenttien täyteainepäästöt tulee huomioida jo kenttien rakentamisvaiheessa, jolloin toteutetut hallintatoimet ovat erityisen vaikuttavia. Hulevesijärjestelmän suunnittelussa tulisi erityisesti huomioida kenttien kumirouhehuuhtouma ja estää kumirouheen päätyminen sadevesiviemäriin. Työkoneiden puhdistus ja lumen säilytys tulisi sijoittaa suoja-alueelle, josta rouheella ei ole pääsyä hulevesiverkostoon. Myös ympäristöystävällistä rakentamista ohjaavat menettelytavat (hankintojen ympäristöoppaat, ympäristöä säästävät hankinnat, ympäristöystävälliset materiaalit) sekä kenttien rakentamista koskevat ohjeet (RT-kortit, tekonurmioppaat) tulisi huomioida rakentamisen yhteydessä.

Hulevesimallinnuksen, verkostotarkastelun, huuhtoutumis- ja kulkeutumislaskelmien sekä maastossa tehtyjen havaintojen perusteella voidaan todeta, että hulevesiputkeen tai ojaan päästessään tekonurmilta karkaava rouhe kulkeutuu luonnonvesistöön nopeasti ja hallitsemattomasti, minkä takia tekonurmikenttien hulevesien laadulliseen ja määrälliseen hallintaan tulisi kiinnittää erityistä huomiota. Hulevesien osalta hallintatoimissa tulisi panostaa erityisesti kentän ja sitä ympäröivän reuna-alueen liittymiskohtaan ja varsinaisen tekonurmialueen ja reuna-alueiden hulevedet olisi hyvä erottaa eri ritiläkaivoihin rakenteellisesti, jotta voitaisiin ehkäistä voimakkaat virtaamat kentän reuna-alueiden läpäisemättömiltä pinnoilta, ja näin vähentää rouheen huuhtoutumista viemäriin. Hulevedet ovat kuitenkin vain yksi rouheen leviämisreitti, ja kenttien täyteaineen hallinnassa tulee huomioida myös muut rouhetta kuljettavat tekijät.

Tekonurmikenttien käyttäjien mukana kentältä poistuu suuria määriä kumirouhetta. Kenttien käyttäjille tehtiin kyselytutkimus, jolla kartoitettiin pelaajien, huoltajien ja seuratyöntekijöiden näkemyksiä siitä, miten kumirouheen leviämistä voitaisiin ehkäistä. Vastauksissa kaikkein tärkeimmäksi toimenpiteeksi nousi tiedottaminen. Pelaajille ja seuratyöntekijöille tulisi kertoa päästöistä ja erilaisista keinoista, joilla yksilötasolla päästöjä voidaan vähentää, kuten säännöllisen varusteiden puhdistuksen tärkeydestä kentältä poistuttaessa. Lisäksi toivottiin selkeät puhdistuspisteet kenttien reuna-alueille, joissa varusteet voisi harjata ja joiden yhteydessä olisi säilytystiloja vaatteille ja muille varusteille niin että ne eivät olisi kosketuksissa tekonurmen kanssa. Seuroilla on jo nyt käytössään toimivia viestintäkanavia, joita tulisi hyödyntää tässä viestinnässä.

## Sammanfattning

I TEKONURMI-projektet utreddes genom fältmätningar och enkätundersökningar vilka vägar det gummikross som använts som fyllmedel på fotbollsplaner kommer ut i miljön och i vilka mängder. Eftersom de tidigare undersökningarna har närmat sig ämnet främst via den mängd gummikross som årligen läggs till på planerna, ville man nu med hjälp av verkliga mätningar granska hur gummikrossen sprids i miljön. Största delen av arbetet genomfördes på två fotbollsplaner i Helsingfors (Britas och Botby gård). Planerna valdes till undersökningsobjekt med hjälp av de förhandsuppgifter som samlats in via en Webropol-enkät som skickats till planadministratörerna samt genom besök på planerna. Syftet var att granska två olika typer av planer för att det skulle vara möjligt att utreda olika faktorer som inverkar på utsläppen och spridningen av gummikross. Prover samlades in under olika årstider från marken i närheten av planerna, från bottensedimentet i utloppsäckar, från dagvattenbrunnar, från snön och från arbetsmaskiner som använts för underhåll. Dessutom undersöktes med ett separat skotest hur gummikross fastnar i skorna. Med hjälp av dagvattenmodelleringen bedömdes dagvattenbrunnarnas flöden, genom vilka man vidare kunde beräkna gummikrossens halt i dagvattnet som hamnat i brunnarna. Med hjälp av dagvatten- och terrängmodellen bedömdes avrinningsområdenas lutningar, toppflöden samt flödes hastigheten för den vattenföring som rinner ut i dagvattennätet.

Enligt mätningarna som gjordes på undersökningsområdet varierade betydelsen av de rutter längs vilka gummikrossen försvinner från planerna betydligt mellan de två planerna. Till exempel försvann uppskattningsvis 153 kg gummikross per år med plananvändarnas skor och till följd av service och underhåll från planen i Britas, medan motsvarande siffror för Botby gårds del bedömdes vara klart större (444 kg/år). De bedömningar av spridningen av gummikross som gjorts enligt mätningar från dagvattenbrunnar och jordmånen skiljer sig från vad man bedömde utgående från ovan nämnda rutter. Skiljningen av mätresultaten så att de omfattar hela planen är förknippad med osäkerhet, eftersom planernas omgivningar är mångsidiga och inte till exempel enbart ett gräsområde. De områden som representerades av jordmånsrutorna täckte ungefär en tredjedel av planernas omkrets. På basis av de mängder gummikross som uppmättes i jordmånen och dagvattenbrunnarna hamnar i genomsnitt 536 kg gummikross per år i planens närmiljö i Britas och 1869 kg per år i Botby gård.

På båda undersökningsområdena hade största delen av gummikrossen som spridits till jordmånsrutorna på 20 x 20 cm samlats i den omedelbara närheten av planens kant (0 meters rutor), varefter andelen gummikross i rutorna minskade betydligt då man förflyttade sig på 5 meters och 10 meters avstånd från planerna. Planerna skilde sig tydligt från varandra i fråga om gummikrossen som samlats i testrutorna: På planen i Britas uppgick gummikrossen i den omedelbara närheten av konstgräset till i genomsnitt 1,9 kg/m<sup>2</sup> per år, medan motsvarande ansamling i Botby gård var 17,9 kg/m<sup>2</sup>. På grund av den arbetsdryga provtagningen och hanteringen av proverna inkluderades inte alla dagvattenbrunnar i anslutning till planen i undersökningen. Filtren installerades så att forskningsbrunnarnas avrinningsområden täckte 21 % av konstgräsplanens totala avrinningsområde i Britas och 14 % i Botby gård. Sammanlagt 60 prover samlades in från dagvattenbrunnen. När mängden gummikross som samlats in från undersökningsbrunnarna ställdes i proportion till hela planens avrinningsområde, uppskattades det att det under ett år sprids 374 kg gummikross till dagvattenbrunnarna från planen i Britas och 347 kg från planen i Botby gård. Enligt resultaten påverkades spridningen av gummikross med dagvattnet särskilt av årstiden och brunnens placering på planområdet. I Britas samlades mest gummikross i dagvattenbrunnar under sommarsäsongen, medan det i Botby gård var mest under vintersäsongen.

Avrinningen av gummikross med dagvattnet från ytor intill konstgräsplaner, t.ex. asfalt, påverkas mest av regnets intensitet men också av hur grov och brant ytan är. Avrinningsgraden är som högst när ytan är slät och regnets intensitet hög. Det största beräknade volymflödet observerades under vintern och våren 2021 (127 m<sup>3</sup>) i brunnarna i Britas, som ligger i ett asfalterat område, medan det minsta volymflödet observerades i brunnen vid kanten av planen i Botby gård, där den genomträngliga ytans andel är 99 % och avrinningsområdet är litet.

I sedimentproverna från de granskade bäckarna som strömmade från planerna hittades endast små mängder gummikross (i regel < 1 % av torrvikten). De högsta halterna (31,6 % av torrvikten) hittades i Botby gård, i utloppet till dagvattenröret som mynnar ut i Maruddsbäcken. Därifrån sjönk gummikrosshalten snabbt och utgjorde 0,8 % av torrvikten vid en provtagningspunkt på 57 meters avstånd.

Maskiner som används för underhåll förflyttar gummikrossen särskilt till de områden där maskinerna rengörs och förvaras. I apparaterna som används vid snöplogning samlas relativt lite gummikross, men i snö som plogats kan det samlas stora mängder gummikross, beroende på plogningssättet. På basis av de prover som samlats in från snö utgör snö som plogats från planen en viktig faktor när krossen avlägsnas från planen och transporteras till omgivningen. I snön som plogats från Britasplanen var gummikrosshalten ställvis mycket hög. För att förbättra snöprovernas representativitet bör antalet prov dock ökas avsevärt, eftersom mängden snö som plogas är anmärkningsvärt stor och halterna i snöhögarna varierar mycket. Även om gummikross som spridits med snön på testplanerna återförs till konstgräsområdet på våren när snön smält, sker detta inte nödvändigtvis på alla planer. Av dem som svarade på bakgrundsutredningen till konstgräsplanerna uppgav 68 % att gummikross som spridits utanför konstgräsområdet inte returneras till planen.

Hur mycket gummikross som fastnade i plananvändarnas skor varierade särskilt mellan planerna. När mängden gummikross som fastnar i skorna mättes vid regnväder, var medelvärdet för mängden gummikross (med beaktande av alla testade skotyper) i Botby gård 2,3 g gummikross/skopar, medan det i Britas var 0,6 g. Det är uppenbart att det oberoende av skotyp, väderförhållanden eller plan fastnar mycket gummikross i skorna under användningen. I förhållande till antalet användare uppskattades det att 127 kg gummikross per år försvinner från Britasplanen och 419 kg per år från Botby gård. Om skorna inte rengörs när man avlägsnar sig från planen, transporteras krossen utanför planområdet. I undersökningen utreddes inte separat hur mycket gummikross som blir kvar i plananvändarnas övriga utrustning, kläder eller inuti skorna.

Kontrollåtgärder som syftar till att stävja utsläppen av fyllmedel har potentiellt stor betydelse för att minska utsläppen av gummikross och begränsa spridningen. Utsläppen kan förhindras med hjälp av flera åtgärder som kan genomföras i olika skeden: vid planering och byggande, genom att installera skyddande konstruktioner och redskap, genom att sörja för bästa praxis i samband med användning, underhåll och service samt överhuvudtaget genom att dela information och anvisningar. Utsläppen av fyllmedel från planerna ska beaktas redan när planerna byggs, varvid de vidtagna hanteringsåtgärderna är särskilt effektiva. Vid planeringen av dagvattensystemet bör man ägna särskild uppmärksamhet åt gummikross som spolats ut från planerna och förhindra att gummikross hamnar i regnvattenavloppen. Rengöringen av arbetsmaskiner och förvaringen av snö bör placeras på ett skyddsområde från vilket krossen inte kommer in i dagvattennätet. Även förfaringsätt som styr miljövänligt byggande (miljöhandböcker för upphandlingar, miljövänliga upphandlingar, miljövänliga material) samt anvisningar för byggande av planer (RT-kort, konstgräs guider) bör beaktas i samband med byggande.

På basis av dagvattenmodelleringen, nätverksgranskningen, spolnings- och spridningsberäkningarna samt de observationer som gjorts i terrängen kan man konstatera att när kross från konstgräs kommer ut i dagvattenrör eller diken transporteras krossen snabbt och okontrollerat till naturliga vattendrag, och därför bör särskild uppmärksamhet fästas vid den kvalitativa och kvantitativa hanteringen av dagvattnet från konstgräsplanerna. I fråga om hanteringen av dagvattnet bör man särskilt satsa på gränspunkten mellan planen och det omgivande kantområdet, och konstgräsområdets och kantområdenas dagvatten bör separeras strukturellt i olika gallerbrunnar för att förhindra kraftiga flöden från de ogenomträngliga ytorna i planens kantområden och på så sätt minska mängden kross som spolats ut i avloppen. Dagvattnet är dock endast en spridningsväg för krossen, och vid hanteringen av fyllmedlet på planerna ska även andra faktorer som transporterar krossen beaktas.

Tillsammans med dem som använder konstgräsplanerna lämnar stora mängder gummikross planerna. För plananvändarna gjordes en enkätundersökning där man kartlade spelarnas, vårdnadshavarnas och föreningsarbetarnas åsikter om hur spridningen av gummikross kunde förebyggas. Den allra

viktigaste åtgärden enligt svaren var att informera. Spelarna och föreningsarbetarna bör informeras om utsläpp och olika sätt att minska utsläppen på individnivå, såsom vikten av regelbunden rengöring av utrustningen då man avlägsnar sig från planen. Dessutom önskades tydliga rengöringspunkter i planernas kantområden där utrustningen kan borstas och där det finns förvaringsutrymmen för kläder och annan utrustning så att de inte kommer i kontakt med konstgräset. Föreningarna har redan nu fungerande kommunikationskanaler som borde utnyttjas i denna kommunikation.

## Summary

TEKONURMI project studied rubber granulate emissions from two synthetic football pitches (Pirkkola and Puotila) situated in Helsinki, southern Finland. Since most of the previous studies have estimated the loss of rubber granulates from the pitches based on the granulate additions made during their lifecycle, the aim was to perform actual measurements on the infill loss. The transport routes and amounts of the emissions were investigated with field studies and two on-line surveys targeted to the users and maintenance of the fields. The study fields were chosen based on the surveys and visits to candidate fields. The aim was to examine two different types of fields to investigate the effect of different factors on granulate emissions and transport. Samples were collected during different seasons from soil, stormwater inlets, sediment of the outlet drains (brooks), snow and equipment used for the field maintenance. In addition, the role of different types of football shoes as vectors for rubber granulate was tested on the fields. Hydrological stormwater modelling was applied to estimate water flow to the stormwater inlets and the concentration of rubber granulate in the water entering the inlets.

Based on the study the role of different transport routes varied much between the fields. For example, the estimated yearly rubber granulates emissions due to players (granulates attached to shoes) and maintenance of the pitches were 153 kg in Pirkkola, while in Puotila the estimated emissions were clearly higher (444 kg/year). However, these results differ from the estimates which are based on the measured emissions into the surrounding soil and stormwater inlets. The reasons for these discrepancies are due to the heterogeneity of the environment surrounding the test fields, which creates uncertainties in the scaling up of the measurements to field-wide assessments. For example, the test plots used for estimating the emissions into the surrounding soil correspond to approximately one third of the whole circle of the field. Based on the measurements from the soil plots and stormwater inlets the yearly rubber granulate emissions to the environment would be in average 536 kg in Pirkkola and 1 869 kg in Puotila.

Most of the rubber granulate that accumulated in the soil was typically found on the 20 × 20 cm test plots placed right on the border of the field (0 meters plots), after which the emissions rapidly declined and were markedly lower on the plots placed at 5 m and 10 m distance from the field. The study pitches differed markedly by the emissions to the 0-meter plots, being ca. 1.9 kg/m<sup>2</sup> year in Pirkkola and 17.9 kg/m<sup>2</sup> year in Puotila. Since not all the stormwater inlets were included in the study, the drainage areas of the wells with collective filters covered 21% of the total drainage area of the Pirkkola field and 14% of the Puotila field. Altogether 60 samples were collected from the stormwater inlets. Based on the samples collected from the inlets included in the field study, it was estimated that the yearly emissions from the fields to the stormwater system were 374 kg in Pirkkola, and 347 kg in Puotila. The study showed that the transport of the rubber granulate in stormwater was affected by the study season (weather conditions) and the localization of the inlet on the field and the area close by. Seasonally, the highest accumulation into the inlets took place in summer in Pirkkola, while in Puotila the accumulation was the highest during winter.

The discharge of rubber granulates into the stormwater inlets from the area surrounding the fields is especially affected by the rain intensity but also the coarseness and slope of the surface, being the highest during intensive rain and on smooth surface. The highest volume of stormwater (127 m<sup>3</sup>) into the inlets was estimated during the winter-spring season for inlets situated in the area that was covered with asphalt, while in contrast only small amount of stormwater entered an inlet situated on the side of the field where the surface of the ground was 99 % permeable, and the drainage area was small.

Small amounts of rubber granulate were detected in all the samples collected from the outlet brook sediments (<1 % dry weight), except for one distinct site, where the amount of granulates at the end of one discharge pipe was several times higher (31.6 % dry weight). However, also in that case, the proportion of rubber granulates in the brook sediment quickly decreased, being 0.8 % at 57 m distance from the discharge site.

The equipment used for field maintenance transport rubber granulates especially to the areas where the machines are cleaned and stored. Although the tractor and the snowplow do not markedly collect rubber granulates from the field, the snow itself may contain high amounts of granulates. Samples that were collected from the snow piles outside the fields suggest that snow removed from the fields is an important single vector removing also the rubber granulates from the artificial turf area. In Pirkkola, the amount of granulates in snow was on occasion very high. Even though the granulates may be returned to the field in spring after the snow has melted, that does not always happen. Answers to the survey sent to the field maintenance showed that 68% of the respondents do not return rubber granulates back to the field.

The attachment of rubber granulates on the shoes of the pitch users varied due to the shoe type and conditions (wetness) of the field, and especially between the two pitches. The average amount of rubber granulates per pair of shoes (all shoe types included) during a rainy day in Puotila was 2,3 g, while in Pirkkola the average was only 0,6 g per pair of shoes. It is obvious that irrespective of the weather or the structure and type of the shoes, the users and especially their shoes have a key role in the transport of the rubber granulate material away from the pitches, rated as being the second most important sole vector for the emissions. It was estimated that yearly transport of the rubber granulates in the users' shoes (200 000 players/year) was responsible for removing on average 127 kg/year from the Pirkkola pitch and 419 kg from Puotila. No estimates were made on the attachment of rubber granulates to socks, clothes or other training gear.

Different management methods have the potential to markedly decrease the escape of infill material from the pitches. Management can be carried out on different phases of the field's lifetime: during planning and construction, installing protective constructions and equipment, promoting best practices for the use and maintenance of the pitches and communicating actively through different stakeholder groups. On-site information is needed (posting signs of the best practices etc.).

The emissions of infill material should be considered already in the planning work of new pitches and in the stormwater management of the turf area, preventing rubber granulate emissions to the inlet wells. Based on the stormwater modelling, discharge calculations and field measurements, it can be concluded that once the rubber granulates reach the stormwater inlets, they have free passage to the receiving water body. Regarding stormwaters, management should focus on the boundary area between the actual pitch and its surrounding areas and aim at separating their runoff waters to separate inlets, to prevent high runoff on hard substrates. Also, the cleaning of the vehicles and dumping of snow should be restricted to designated areas where emissions to stormwater systems can be excluded. Instructions for environmentally friendly construction and material choices should be prepared and applied.

Large amount of rubber granulates leave the pitches with their users. The need for information was rated as the number one priority, when the pitch users were asked about the need for different management options for reducing the rubber granulate emissions. Awareness raising is needed on an individual level on the importance of gear cleaning and where and how to clean the shoes, socks, balls and other equipment. A designated area for sports gear cleaning and storing of clothes and accessories to prevent contact with rubber granulates was especially brought up. The football clubs already have effective communication channels, which could be used in sharing the information.

## Lähteet

- Agamuthu, P., Mehran, S.B., Norkhairah, A. & Norkhairiyah, A. 2019. Marine debris: A review of impacts and global initiatives. *Waste Management and Research* 37, 987–1002. <https://doi.org/10.1177/0734242X19845041>
- Alanen, E. 2020. Jalkapallokenttien materiaalit ja ympäristövaikutukset. Kandidaatintyö. Teknisten tieteiden kandidaattiohjelma, Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta. Tampereen yliopisto. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202009287151>
- Amec Foster Wheeler. 2017. Intentionally added microplastics in products. Final report for the European Commission (DG Environment). Amec Foster Wheeler Environment & Infrastructure UK Limited, London (UK). <https://ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/pdf/39168%20Intentionally%20added%20microplastics%20-%20Final%20report%2020171020.pdf>
- Bertling, J., Bertling, R. & Hamann, L. 2018. Kunststoffe in Der Umwelt: Mikro- Und Makroplastik (Konsortialstudie). Oberhausen: Fraunhofer UMSICHT, Oberhausen (Germany). <https://www.umsicht.fraunhofer.de/content/dam/umsicht/de/dokumente/publikationen/2018/kunststoffe-id-umwelt-konsortialstudie-mikroplastik.pdf>
- ECHA (European Chemicals Agency) 2019. Annex XV restriction report. Proposal for a restriction. Substance name(s): intentionally added microplastics. European Chemicals Agency (ECHA), Helsinki (Finland). <https://echa.europa.eu/documents/10162/82cc5875-93ae-d7a9-5747-44c698dc19b6>
- ECHA (European Chemicals Agency) 2020. Background document to RAC and SEAC opinions on intentionally added microplastics. A draft.
- Essel, R., Engel, L., Carus, M. & Ahrens, R.H. 2015. Sources of microplastics relevant to marine protection in Germany. Texte 64/2015. Federal Environment Agency, Dessau-Roßlau (Germany). [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte\\_64\\_2015\\_sources\\_of\\_microplastics\\_relevant\\_to\\_marine\\_protection\\_1.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_64_2015_sources_of_microplastics_relevant_to_marine_protection_1.pdf)
- Eunomia 2017. Environmental impact study on artificial football turf. Report to FIFA. Eunomia Research & Consulting Ltd, Bristol (UK). <https://www.eunomia.co.uk/reports-tools/environmental-impact-study-on-artificial-football-turf/>
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/56/EU, annettu 17 päivänä kesäkuuta 2008, yhteisön meriympäristöpolitiikan puitteista (meristrategiadirektiivi). Euroopan unionin virallinen lehti 25.6.2008. L 164: 19–40.
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2018/852/EU, annettu 30 päivänä toukokuuta 2018, pakkauksista ja pakkausjätteistä annetun direktiivin 94/62/EY muuttamisesta (ETA:n kannalta merkityksellinen teksti). Euroopan unionin virallinen lehti 14.6.2018. L 150: 141–154.
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2019/904/EU, annettu 5 päivänä kesäkuuta 2019, tiettyjen muovituotteiden ympäristövaikutusten vähentämisestä. Euroopan unionin virallinen lehti 12.6.2019. L155: 1–19.
- Hann, S., Sherrington, C., Jamieson, O., Hickman, M., Kershaw, P., Bapasola, A., & Cole, G. 2018. Investigating Options for Reducing Releases in the Aquatic Environment of Microplastics Emitted by (but Not Intentionally Added in) Products. Eunomia Research & Consulting Ltd, Bristol (UK). <https://www.eunomia.co.uk/reports-tools/investigating-options-for-reducing-releases-in-the-aquatic-environment-of-microplastics-emitted-by-products/>
- Krång, A-S., Olshammar, M., Edlund, D., Hållén, J., Stenfors, E. & Winberg von Friesen, L. 2019. Sammanställning av kunskap och åtgärdsförslag för att minska spridning av mikroplast från konstgräsplaner och andra utomhusanläggningar för idrott och lek. Report C359. Swedish Environmental Research Institute, Stockholm (Sweden). <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn%3Anbn%3Ase%3Aivl%3Adiva-178>
- Lassen, C., Hansen, S., Magnusson, K., Hartmann, N. B., Rehne Jensen, P., Nielsen, T. G., & Brinch, A. 2015. Microplastics - Occurrence, Effects and Sources of Releases to the Environment in Denmark. Danish Environmental Protection Agency, Copenhagen (Denmark). [https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/118180844/Lassen\\_et\\_al\\_2015.pdf](https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/118180844/Lassen_et_al_2015.pdf)
- Lökkegaard, H., Malmgren-Hansen, B., & Nilsson, N. H. 2018. Mass Balance of Rubber Granulate Lost from Artificial Turf Fields, Focusing on Discharge to the Aquatic Environment. Danish Technological Institute, Aarhus (Denmark). Revised May 2019. [https://www.genan.eu/wp-content/uploads/2020/02/Teknologisk-Institut\\_Mass-balance-of-rubber-granulate-lost-from-artificial-turf-fields\\_May-2019\\_v1.pdf](https://www.genan.eu/wp-content/uploads/2020/02/Teknologisk-Institut_Mass-balance-of-rubber-granulate-lost-from-artificial-turf-fields_May-2019_v1.pdf)
- Magnusson, K., Eliasson, K., Frane, A., Haikonen, K., Hultén, J., Olshammar, M., Stadmark, J. & Voisin, A. 2016. Swedish Sources and Pathways for Microplastics to the Marine Environment. Report C183, Swedish Environmental Research Institute, Stockholm (Sweden). Revised 2017. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn%3Anbn%3Ase%3Aivl%3Adiva-362>
- Regnell, F. 2017. Mikroplaster från konstgräsplaner: Orsaker till spridning av mikroplaster samt en kvalitativ analys av spridningen till dränerings- och dagvattenbrunnar. Master's thesis. KTH Royal Institute of Technology. Architecture and the Built Environment (ABE). <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn%3Anbn%3Ase%3Aakth%3Adiva-213830>

Regnell, F. 2019. Dispersal of microplastics from a modern artificial turf pitch with preventive measures - Case study Bergaviks IP, Kalmar. Ecoloop, Stockholm (Sweden). <https://www.ragnsellstyrecycling.com/globalassets/tyre-company/dokument/mp-dispersal-from-bergavik-ip-kalmar---report.pdf>

Setälä, O. & Suikkanen, S. (toim.). 2020. Suomen merialueen roskaantumisen lähteet. Suomen ympäristökeskus, Helsinki (Finland). Suomen ympäristökeskuksen raportteja 9/2020. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-5140-8>



## Liite 1. Kysely tekonurmikenttien ylläpitäjille kenttien rakenteista, lähiympäristöstä ja ylläpidosta, kevät 2020

Kysymys nro.	Kysymys	Vastausvaihtoehdot
	<b>Kentän perustiedot</b>	
1	Millä paikkakunnalla tekonurmikenttä sijaitsee?	Lisää paikkakunta
2	Mikä on tekonurmikentän nimi?	Lisää nimi
3	Kuka omistaa tekonurmikentän?	Kunta Seura Muu, mikä?
4	Mikä on tekonurmikentän pelialueen pinta-ala? Ilmoita vastauksesi neliömetreinä (m <sup>2</sup> ).	Pelialueen pinta-ala (m <sup>2</sup> )
5	Mikä on koko tekonurmialueen pinta-ala? Ilmoita vastauksesi neliömetreinä (m <sup>2</sup> ).	Koko tekonurmialueen pinta-ala (m <sup>2</sup> )
6	Kuinka monta henkilöä käyttää tekonurmikenttää vuosittain?	Yli 100 000 50 000 - 100 000 20 000 - 50 000 10 000 - 20 000 Alle 10 000 En osaa sanoa
7	Kuinka monta kuukautta vuodesta tekonurmikenttä on käytössä keskimäärin? Tekonurmikentän käyttökuukausiin ei lasketa aikaa, jolloin kenttä on jäädytettynä tai kokonaan poissa käytöstä.	Ilmoita kuukaudet En osaa sanoa
	<b>Tekonurmikentän rakenne</b>	
8	Mikä on tekonurmikentän täyte?	Kumirouhe Hiekka Kumirouhe ja hiekka Muu luonnonmateriaali Biohajoava tuote Muu, mikä? En osaa sanoa
9	Arvioi, mikä on tekonurmikentän päällysrakennekerrosten kokonaispaksuus (cm) nurmipohjasta pohjamaahan.	Ilmoita paksuus (cm) En osaa sanoa
10	Onko tekonurmikenttä routasuojattu?	Kyllä Ei En osaa sanoa
11	Jos edelliseen kysymykseen vastataan kyllä, näytetään kysymys: Millä materiaalilla tekonurmikenttä on routasuojattu?	XPS EPS Muu, mikä? En osaa sanoa
12	Mikä on tekonurmikenttään käytetyn nukkalangan taustamateriaali?	PU Lateksi Muu, mikä? En osaa sanoa

13	Mikä on tekonurmen nukkatyyppi?	Fibriloitu Monofilamentti Muu, mikä? En osaa sanoa
14	Mikä on tekonurmen nukan pituus (cm)?	Ilmoita pituus (cm) En osaa sanoa
15	Onko tekonurmikentän kenttäpinnoite uusittu kokonaan kentän perustamisen jälkeen? Kenttäpinnoitteen uusimisella tarkoitetaan vanhan kenttäpinnoitteen poistamista ja uuden pinnoitteen vaihtamista sen tilalle (ei jatkuvana ylläpitotoimena tehtävää lisätäyttöä).	Kyllä, lisää vuosiluku/-luvut Ei En osaa sanoa
16	Jos kysymykseen 15. vastataan kyllä, näytetään kysymys: Kuinka paljon kumirouhetta tekonurmikentälle lisättiin viimeksi kun kenttäpinnoite uusittiin?	Ilmoita määrä (kg) En osaa sanoa
17	Onko tekonurmikentässä alapuolinen joustokerros?	Kyllä Ei En osaa sanoa
18	Jos kysymykseen nro. 17 vastataan kyllä, näytetään kysymys: Mikä on tekonurmikentän alapuolisen joustokerroksen materiaali?	Lisää materiaali En osaa sanoa
19	Jos kysymykseen nro. 17 vastataan kyllä, näytetään kysymys: Mikä on tekonurmikentän alapuolisen joustokerroksen paksuus (cm)?	Lisää paksuus (cm) En osaa sanoa
20	Onko tekonurmikentän alla kevennysrakenteita? Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.	Kevytsora Vaahtolasi Kumirouhe Muu, mikä? Kevennysrakenteita ei ole En osaa sanoa
<b>Tekonurmikentän lähiympäristö</b>		
21	Millainen tekonurmikentän lähiympäristö on suurimmaksi osaksi?	Rakennettu ympäristö (esim. taloja, teitä) Muu muokattu ympäristö (esim. pelto) Luonnonympäristö (esim. metsää, kalliota) Rakennettua tai muuten muokattua ympäristöä ja luonnonympäristöä on suunnilleen yhtä paljon
22	Arvioi, mikä on lyhyin etäisyys tekonurmikentän ja kenttää lähimpänä sijaitsevan autotien välillä.  Autotiellä tarkoitetaan tässä kysymyksessä lähintä tietä, jossa kulkee muutakin liikennettä; ei sitä tieosuutta joka päättyy suoraan tekonurmikentän välittömään läheisyyteen ja jota pitkin kuljetaan ainoastaan kentälle tai sieltä pois.	Alle 100 m 100 - 500 m Yli 500 m En osaa sanoa
23	Arvioi, mikä on lyhyin etäisyys tekonurmikentän ja kenttää lähimpänä sijaitsevan ojan tai puron välillä.	Alle 100 m 100 - 500 m Yli 500 m En osaa sanoa

24	Arvioi, sijaitseeko tekonurmikenttä enintään 100 metrin päässä joesta, lammesta, järvestä tai merestä. Valitse kaikki vaihtoehdot, joiden arvioit sijaitsevan enintään 100 metrin etäisyydellä.  Kirjoita lisäksi tekstikenttiin, kuinka monta jokea, lampea tai järveä sijaitsee enintään 100 metrin etäisyydellä tekonurmikentästä.	Joki Lampi Järvi Meri Ei mitään näistä
<b>Tekonurmikentän huolto- ja ylläpitotoimet</b>		
25	Mitä huoltotoimenpiteitä tekonurmikentällä tehdään yleensä vuoden aikana? Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.	Kentän harjaus Kumirouheen lisäys Ilmastus Muu, mikä?
26	Kuinka paljon kumirouhetta (kg) tekonurmikentälle lisätään keskimäärin vuodessa ylläpitotoimena?	Ilmoita määrä (kg) En osaa sanoa
27	Miten tekonurmikenttä pidetään kunnossa talvikaudella?	Lumi poistetaan kentältä esim. auraamalla Kenttä katetaan Kenttä jäädytetään Ei talvikunnossapitoa
28	Jos kysymykseen nro 26 vastattu "lumi poistetaan kentältä", näytetään kysymys: Millä tavalla lunta poistetaan tekonurmikentältä? Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.	Traktorin perässä vedettävällä harjalla Auraamalla Lumilingolla Muulla keinolla, miten?
29	Jos kysymykseen nro 26 vastattu "lumi poistetaan kentältä", näytetään kysymys: Minne tekonurmikentältä poistettu lumi kerätään?	Lumelle on varattu lumitilat kentän ulkopuolelta Lumi kerätään kentän lähiympäristöön, mutta käytössä ei ole erikseen varattua lumitilaa Lumi kuljetetaan muualle, esim. kaupungin ylläpitämälle lumenvastaanotto paikalle En osaa sanoa
30	Lämmitetäänkö tekonurmikenttää talvikaudella?	Kyllä Ei
<b>Kumirouheen leviäminen tekonurmikentältä ympäristöön</b>		
31	Mitä toimenpiteitä on tehty, jotta kumirouhe ei leviäisi tekonurmikentän ulkopuolelle? Valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.	Kentän reunoilla on korokkeet (lisää korkeus) Kenkäharjat ulosmenoporttien kohdalla Pelialueen rajojen ulkopuolella olevalla suoja-alueella pelkkä hiekkatäyttö Muu toimenpide, mikä? Toimenpiteitä ei ole tehty kumirouheen leviämisen estämiseksi
32	Palautetaanko tekonurmikentän ulkopuolelle kulkeutunutta kumirouhetta takaisin kentälle?	Kyllä, kumirouhemateriaali seulotaan ja asennetaan takaisin kentälle Kyllä, jollain muulla tavalla (kuvaile miten) Ei
33	Jos kysymykseen nro. 32 vastataan kyllä, näytetään kysymys: Kuinka monta kertaa vuodessa (keskimäärin) tekonurmikentän ulkopuolelle kulkeutunutta kumirouhetta palautetaan takaisin kentälle?	Ilmoita kuinka monta kertaa En osaa sanoa

34	Jos kysymykseen nro. 33 vastataan kyllä, näytetään kysymys: Kuinka paljon (kg) tekonurmikentän ulkopuolelle kulkeutunutta kumirouhetta palautetaan takaisin kentälle keskimäärin vuoden aikana?	Ilmoita määrä (kg/ vuosi) En osaa sanoa
<b>Kiinteistön hule-, perus- ja valumavedet</b>		
35	Minne kiinteistön hulevedet johdetaan?  Hulevesillä tarkoitetaan sade- ja sulamisvettä, joka virtaa pois maan pinnalta, rakennusten katoilta ja muilta vastaavilta pinnoilta.  Jos hulevesiä johdetaan moneen eri paikkaan, valitse kaikki sopivat vaihtoehdot.	Hulevesikaivoon Sekavesikaivoon, eli hulevedet ja jätevedet ovat samassa verkostossa Hulevesi ohjataan lähialueen kaivoon, mutta en osaa sanoa, onko kyseessä hulevesi- vai sekavesiverkosto Ojaan Suoraan järveen, lampeen, jokeen tai mereen Muualla kiinteistön lähiympäristöön (esim. kadulle, viher- tai metsäalueelle) En osaa sanoa
36	Minne tekonurmikentän pintavaluma ohjataan? Pintavalumalla tarkoitetaan sitä osaa hulevedestä, joka ei imeydy maaperään, vaan lähtee virtaamaan uomastoon. Pintavalumaa esiintyy usein esim. rakkasateiden yhteydessä.	Kentän vieressä sijaitseviin ritiläkaivoihin Kiinteistöllä sijaitsevaan ojaan tai painanteeseen Sekä kaivoihin että ojiin ja painanteisiin Suoraan yleiselle alueelle tai vesistöön En osaa sanoa
37	Onko tekonurmikenttä salaojitettu?	Kyllä Ei En osaa sanoa
38	Puhdistetaanko tekonurmikentän hulevedet ennen kuin ne pääsevät ympäristöön?	Kyllä, miten? (suodattamalla, laskeuttamalla, kosteikkokäsittely, biosuodatus tms.) Ei En osaa sanoa
39	Jos aiemmin on vastattu, että lunta poistetaan kentältä talvikaudella, näytetään kysymys: Minne tekonurmikentältä poistetun lumen sulamisvedet on johdettu?	Hulevesikaivoon Sekavesikaivoon, eli hulevedet ja jätevedet ovat samassa verkostossa Hulevesi ohjataan lähialueen kaivoon, mutta en osaa sanoa, onko kyseessä hulevesi- vai sekavesiverkosto Ojaan Suoraan järveen, lampeen, jokeen tai mereen Muualla kiinteistön lähiympäristöön (esim. kadulle, viher- tai metsäalueelle) En osaa sanoa
40	Jos aiemmin on vastattu, että lunta poistetaan kentältä talvikaudella, näytetään kysymys: Puhdistetaanko tekonurmikentältä poistetun lumen sulamisvedet ennen kuin ne pääsevät ympäristöön? Erilaisia puhdistustapoja ovat muun muassa suodattaminen, laskeuttaminen, kosteikkokäsittely ja biosuodatus.	Kyllä, miten? (suodattamalla, laskeuttamalla, kosteikkokäsittely, biosuodatus tms.) Ei En osaa sanoa
41	Vastaajan yhteystiedot	

### **Yhteenveto ylläpitäjille suunnatun kyselytutkimuksen vastauksista:**

- 117 vastaajaa, 146 kenttää, 59 paikkakuntaa

#### Kenttien perustiedot:

- Kentistä 108 oli kuntien omistamia, loput seurojen ja yhtiöiden omistamia
- 127 ulkokenttää, 17 hallia ja kaksi kenttää, jotka katettiin talveksi
- Ulkokentät olivat käytössä keskimäärin 8,5 kk vuodessa
- Kaikilla kentillä oli kumirouhetäyte ja noin puolella lisäksi hiekkatäyte
- Muita täytemateriaaleja ei ollut yhdelläkään kyselyyn vastanneista kentistä
- Valtaosa kentistä sijaitsi rakennetussa tai kohtalaisen rakennetussa ympäristössä

#### Vuotuiset huoltotoimenpiteet:

- Harjaus 100 %
- Kumirouheen lisäys 83 %
- Ilmastus 42 %
- Muut toimenpiteet esimerkiksi syväpuhdistus ja imurointi 13 %

#### Hulevesien puhdistus:

- 4 % Kyllä: Kivisuodatus, kosteikko, jätevedenpuhdistamo
- 74 % Ei hulevesien puhdistusta
- 22 % Ei osannut sanoa

#### Talvikunnossapito (yhdellä kentällä voi olla useampi kunnossapitotoimi):

- 59 % Ei talvikunnossapitoa
- 22 % Auraus
- 6 % Kattaminen
- 17 % Jäädäyttäminen
- 16 % Muulla tavoin, esim. harjaus, lämmitys, suolaus tai auraus/sulatus keväisin

#### Jos lunta ei kuljeteta pois kentältä (vastaukset 27 kentältä):

- 63 % Lumelle varattu lumitila
- 26 % Lumen säilytys kentän ulkopuolella, ei lumitilaa
- 11 % Sekä että lumitilanteen mukaan

#### Kumirouheen leviämisen estämiseksi toteutetut toimet (yhdellä kentällä voi olla useampi kunnossapitotoimi):

- 40 % Ei toimenpiteitä
- 8 % Korokkeet kentän laidalla
- 28 % Ei kumitäytettä pelialueen ulkopuolella
- 10 % Kenkäharjat
- 32 % Muut toimenpiteet: kumirouheen palautus suojakaistaleelta, aidat, matot
- 1 % Ei osaa sanoa

#### Kentän ulkopuolelle kulkeutuneen kumirouheen palauttaminen kentälle:

- 28 % Kumirouhemateriaali kerätään talteen, puhdistetaan (joko seulomalla tai muulla tavoin) ja palautetaan takaisin kentälle
- 68 % Kumirouhetta ei palauteta kentälle
- 5 % En osaa sanoa

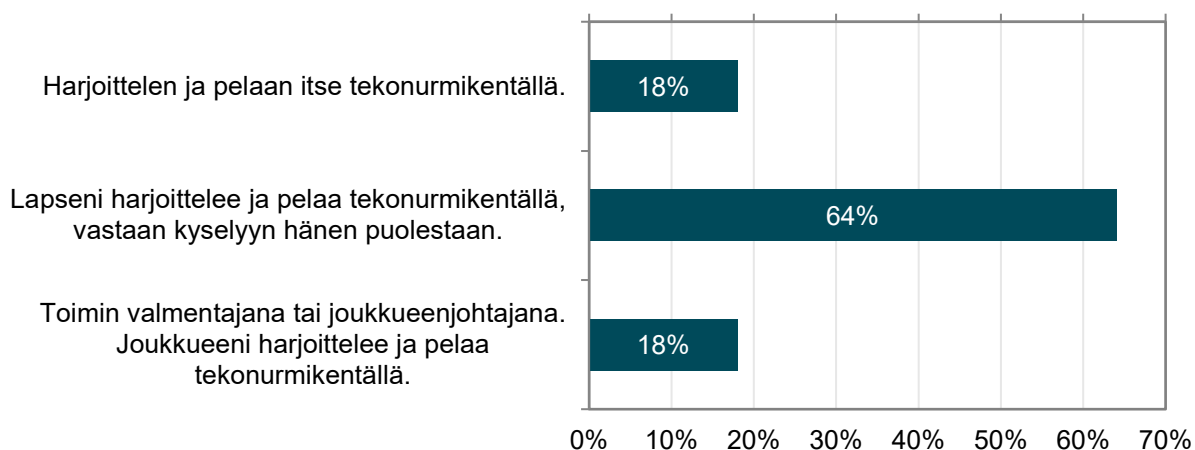
## Liite 2. Kysely tekonurmikenttien käyttäjille

Vastaajien kokonaismäärä: 1120

### Kysymykset ja yhteenvedot vastauksista

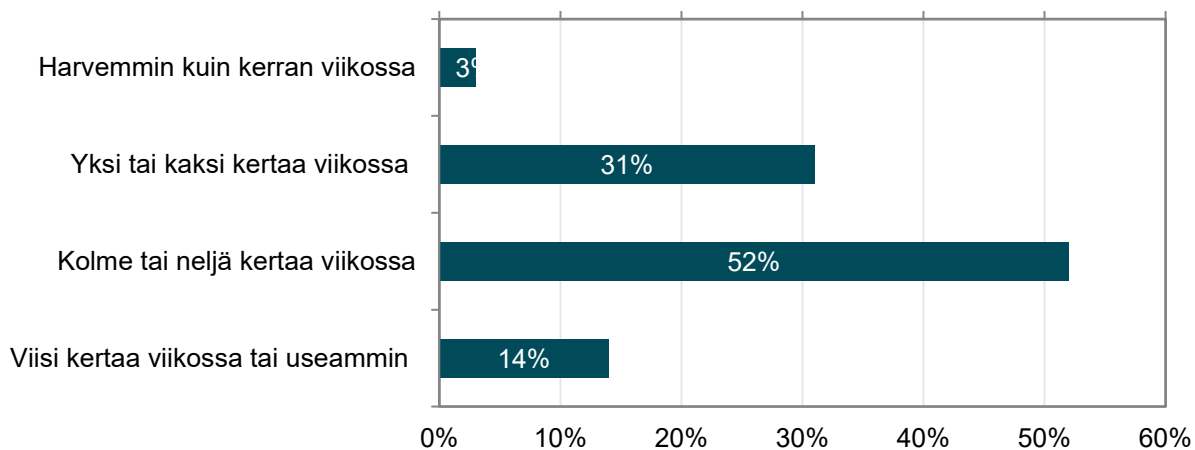
#### 1. Valitse alla olevista vaihtoehdoista:

Vastaajien määrä: 1120



#### 2. Kuinka monta kertaa viikossa keskimäärin käyt tekonurmikentällä (harjoittelemassa, pelaamassa tai valmentamassa)?

Vastaajien määrä: 1118



### 3. Millä paikkakunnalla sijaitsevat tekonurmikentät, joilla useimmiten harjoittelet, pelaat tai valmennat?

Vastaajien määrä: 1116

Vastaajia oli 84:ltä eri paikkakunnalta Helsingin seudulta Rovaniemelle. Eniten vastaajia oli pääkaupunkiseudulta (39 %).

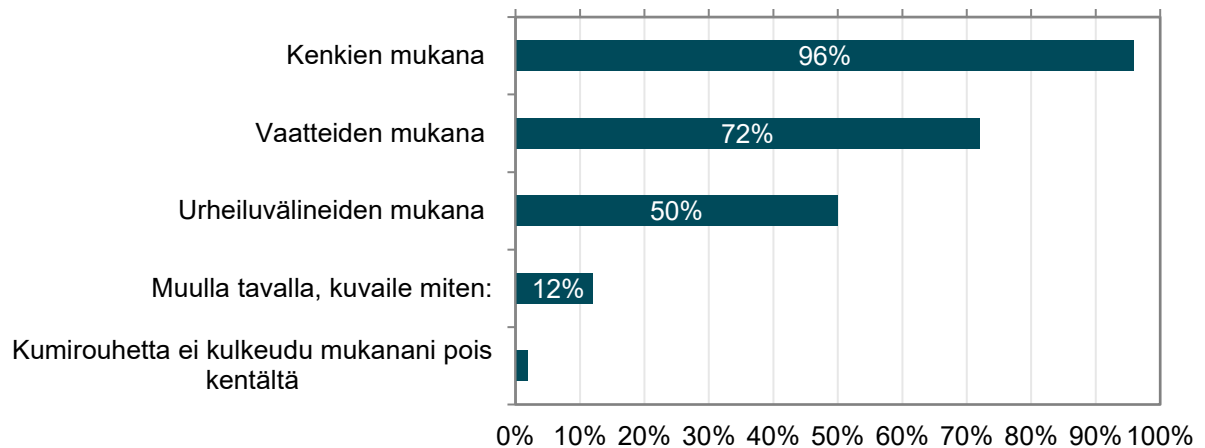
### 4. Millä tekonurmikentällä harjoittelet, pelaat tai valmennat useimmin? Kirjoita tähän kentän nimi. Jos mahdollista mainitse vastauksessasi alueen tai kaupunginosan nimi, esimerkiksi ”Töölön pallokenttä, Saharan tekonurmi” tai ”Töölön pallokenttä 5”.

Vastaajien määrä: 1062.

Vastaajat kirjoittivat avoimeen tekstikenttään tekonurmikentän nimen. Vastauksista ei tehty yhteenvetoa.

### 5. Millä tavalla kumirouhetta kulkeutuu mukanasasi pois tekonurmikentältä?

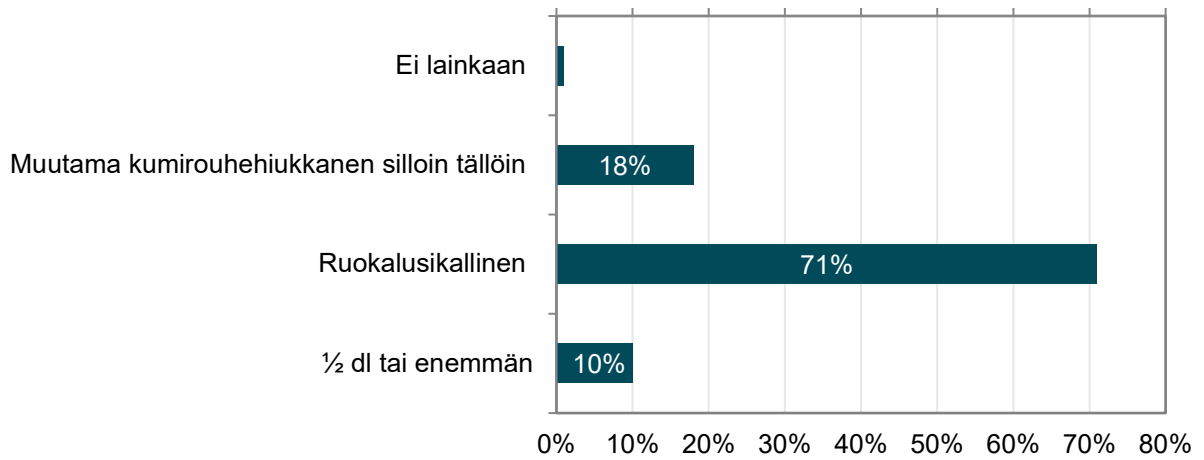
Vastaajien määrä: 1118, valittujen vastausten lukumäärä: 2599



Lisätekstikenttään annetut vastaukset: mm. repussa, juomapullossa ja hiuksissa.

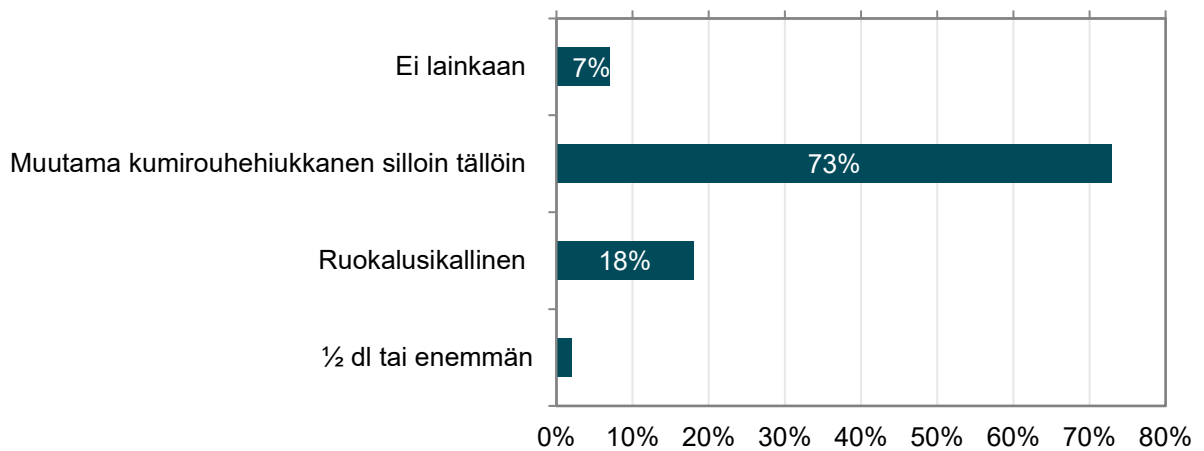
**6. Mikä on arviosi kumirouheen määrästä, joka poistuu tekonurmikentältä yksittäisen pelaajan mukana yhden harjoitus- tai pelikerran jälkeen?**

Vastaajien määrä: 1120



**7. Mikä on arviosi kumirouheen määrästä, joka poistuu tekonurmikentältä yhden käyntikerran jälkeen huoltajan/valmentajan/muun sellaisen henkilön mukana, joka ei itse harjoittele tai pelaa?**

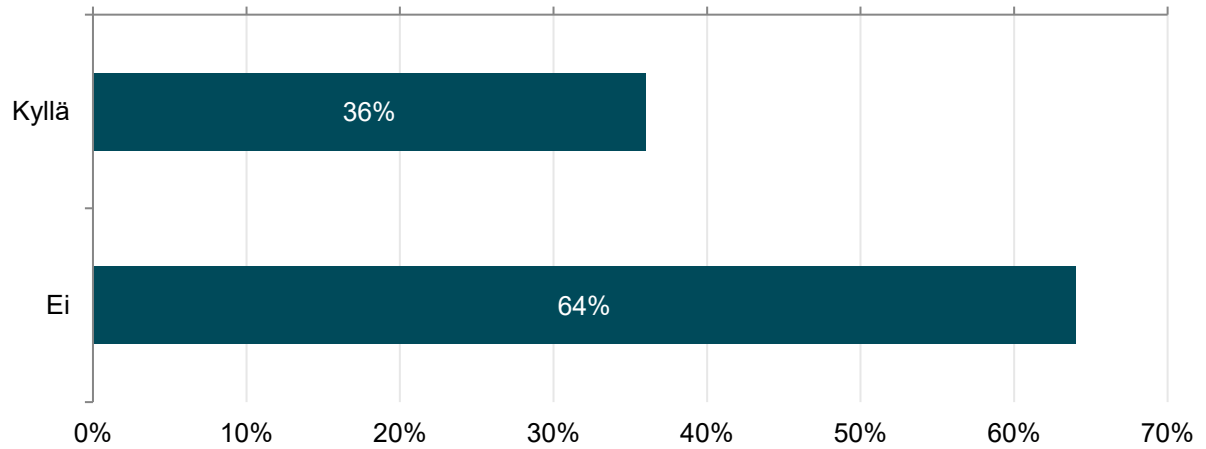
Vastaajien määrä: 923





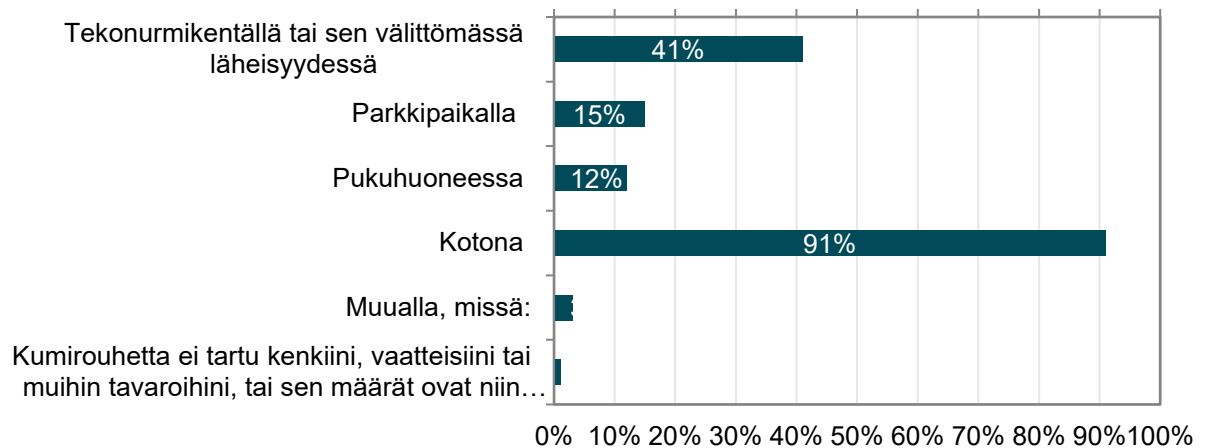
## 8. Kulkeutuuko tekonurmikentän vihreää nukkalankaa mukanasasi pois kentältä?

Vastaajien määrä: 1118



## 9. Missä poistat kumirouheen kengistäsi, vaatteistasi ja muista tavaroistasi?

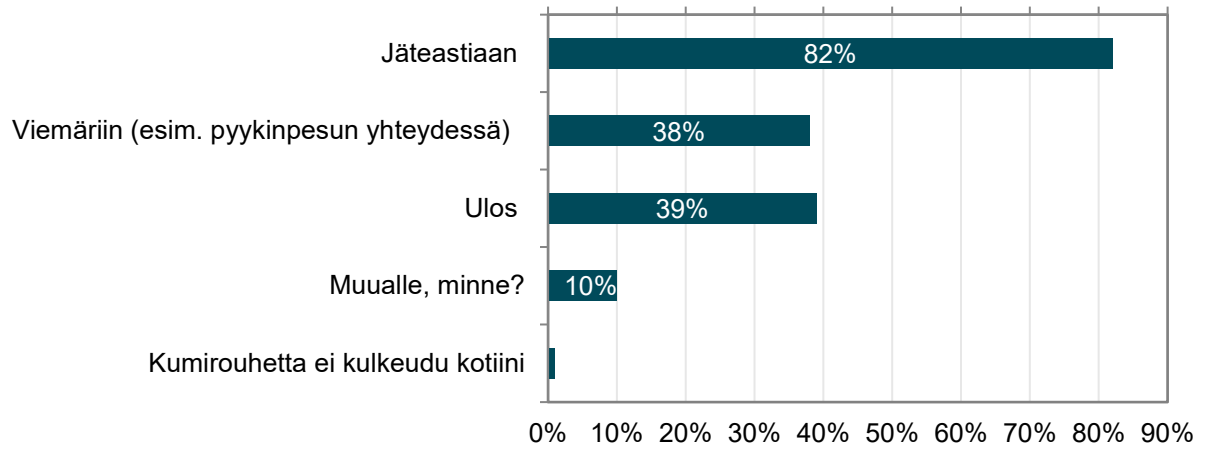
Vastaajien määrä: 1118, valittujen vastausten lukumäärä: 1824



Lisätekstikenttään annetut vastaukset: mm. kotipihassa, autotallissa.

## 10. Jos kumirouhetta kulkeutuu kotiisi, mihin se päättyy sieltä?

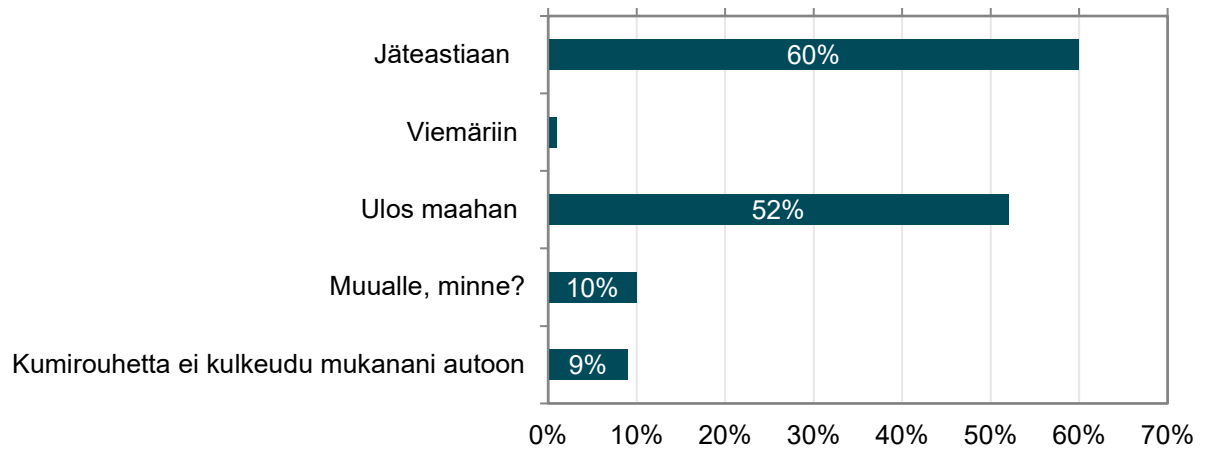
Vastaajien määrä: 1120, valittujen vastausten lukumäärä: 1912



Lisätekstikenttään annetut vastaukset: mm. lattialle, biojätteeseen.

## 11. Jos kumirouhetta kulkeutuu mukanasasi autoon, mihin autosta poistettu kumirouhe päättyy?

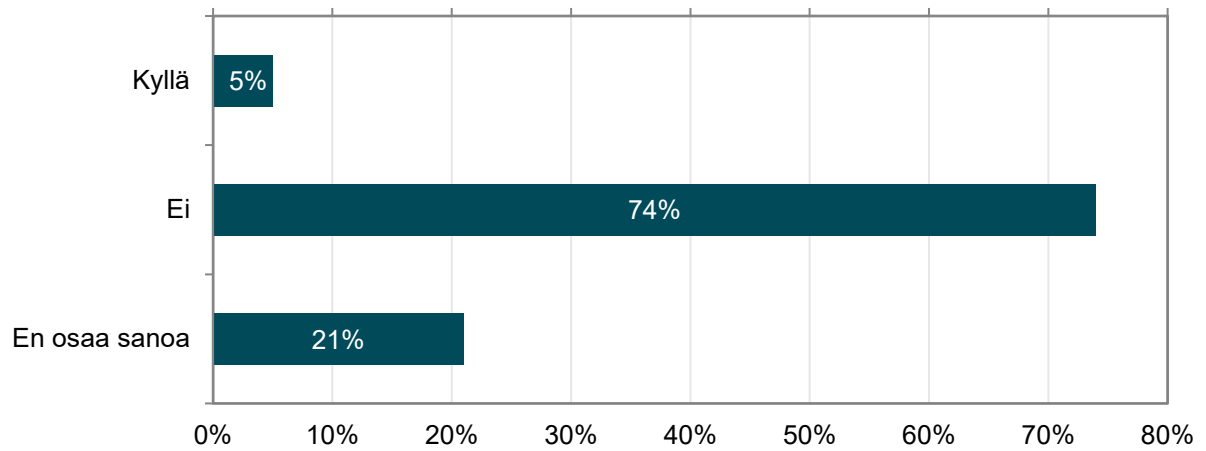
Vastaajien määrä: 1107, valittujen vastausten lukumäärä: 1463



Lisätekstikenttään annetut vastaukset: mm. autopesulaan tai jää autoon.

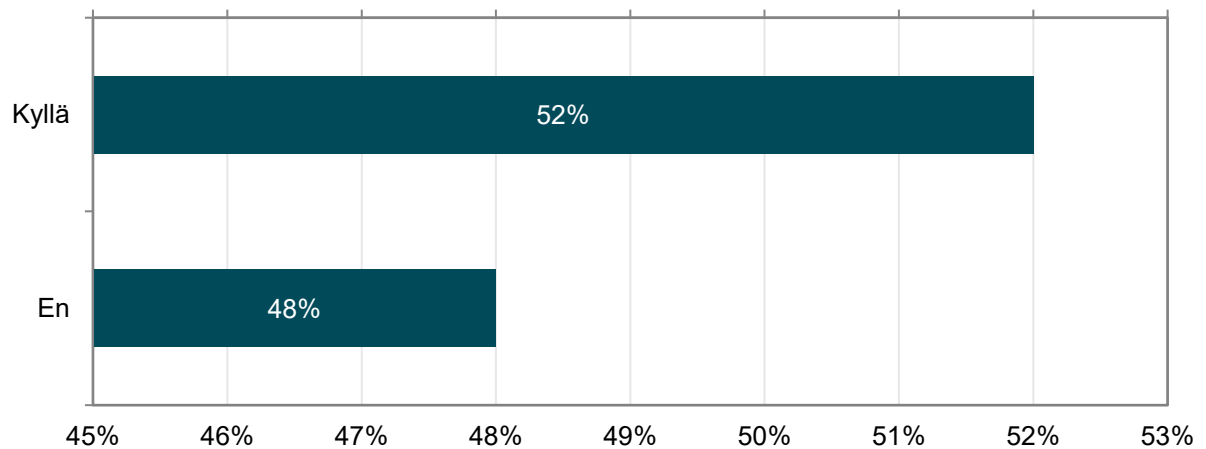
**12. Onko eniten käyttämälläsi tekonurmikentällä kenkäharjoja, kenkäralleja tai muita välineitä, joilla kumirouhetta voi poistaa kengistä ja vaatteista?**

Vastaajien määrä: 1120



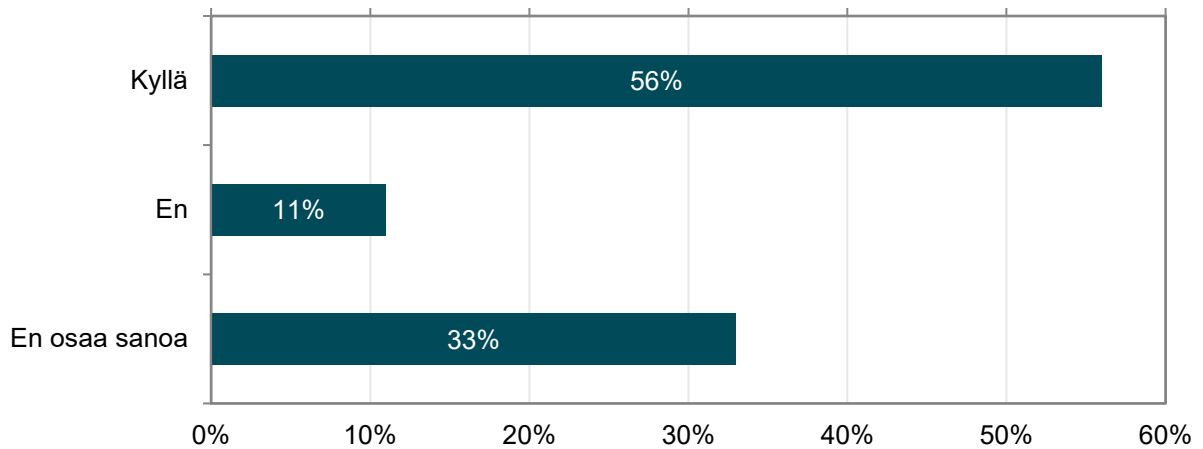
**13. Hyödynnätkö kenkäharjaa/kenkärallia/muita välineitä kumirouheen poistamiseksi kengistäsi tai vaatteistasi?**

Vastaajien määrä: 50



**14. Jos tekonurmikentällänne olisi välineitä kumirouheen puhdistamiseksi (esimerkiksi kenkäharja), hyödyntäisikö niitä kumirouheen poistamiseksi kengistäsi/vaatteistasi?**

Vastaajien määrä: 1069



**15. Millaisilla muilla toimenpiteillä kumirouheen talteenottoa voitaisiin mielestäsi parantaa, jotta kumirouhetta kulkeutuisi mahdollisimman vähän tekonurmikentän ulkopuolelle?**

Vastaajien määrä: 524

Yhteenveto käyttäjien antamista toimenpide-ehdotuksista:

- Kumirouheen leviämisestä ja sen aiheuttamista ympäristöhaitoista tiedotetaan pelaajille, valmentajille ja huoltajille.
- Laaditaan selkeät toimintaohjeet siitä, miten kumirouhe puhdistetaan kengistä, vaatteista ja muista varusteista. Ohjeet laitetaan esille tekonurmikentille.
- Kannustetaan joukkueita ottamaan varusteiden puhdistaminen säännölliseksi yhteiseksi rutiiniksi, joka suoritetaan valmentajavetoisesti aina harjoitusten tai pelien jälkeen.
- Tekonurmikentille lisätään pukukoppeja tai penkkejä, jotta varusteiden vaihtaminen helpottuu.
- Kasseja ja muita varusteita varten varataan säilytyspaikkoja, kuten naulakoita, jolloin varusteisiin tarttuu vähemmän kumirouhetta kuin tekonurmikentän reunalla säilytettäessä.
- Tekonurmikentille hankitaan välineitä, kuten harjoja ja kenkäralleja, joilla kumirouheen voi puhdistaa varusteista.
- Tekonurmikenttien kunnosta huolehditaan ja kumirouheen leviämisen estäminen huomioidaan kaikissa huoltotoimenpiteissä.
- Tekonurmikenttien ympärille lisätään suoja-alueet ja -aidat.
- Kumirouheelle varataan riittävästi roska-astioita pukukoppeihin ja tekonurmikentän lähiympäristöön.
- Uusilla kentillä suositetaan ympäristöystävällisempiä täyteaineita kumirouheen sijasta.

## Liite 3: Tekonurmikenttien hulevedet



Raportti  
WSP/OHa

Rev: A

99

25.2.2022

Julkinen

Tekonurmikenttien ympäristövaikutukset

Projekti 314210

# Tekonurmikenttien hulevedet

Tutkimuskenttien verkostotarkastelu, hulevesimallinnus ja näytekeräinten rakenne

## Asiakkaan tiedot

SYKE

Outi Setälä

[outi.setala@ymparisto.fi](mailto:outi.setala@ymparisto.fi)

Rev. A: Pirkkolan tutkimuskaivojen 3 ja 4 sijainti korjattu samalle valuma-alueelle (Sub\_03) kuuluvaksi.

## 1. Yleistä

Tässä raportissa kerrotaan *Tekonurmikenttien ympäristövaikutukset* -hankkeessa mukana olleiden Pirkkolan ja Puotilan tutkimuskenttien hulevesijärjestelyistä ja -mallinnuksesta sekä näytteenottojärjestelyistä. Tutkimuskenttien lisäksi tässä raportissa tarkastellaan yleisesti tekonurmikenttien hulevesijärjestelyitä ja arvioidaan niiden osuutta kentillä käytettävän kumirouheen reittinä ympäristöön.

Raportissa ei käsitellä kenttien perusvesiä, koska merkittävä osa tekonurmikentän mikroroskista ja rouheesta ei päädy salaojiin. Salaojiin päätyvät perusvedet suodattuvat kentän rakennekerrosten lävitse. Maastossa tehtyjen havaintojen perusteella suurin osa 5 mm läpimittaisesta kumirouheesta pidättyy näiden n. 0,5-1,5 m paksujen, lähinnä hiekasta ja murskeesta tehtyjen rakennekerrosten yläpintaan. Hyvin pienten, alle 10 mikrometrin kokoisten mikroroskien reduktiosta suodattaviin hiekka-, murske- ja sepelikerroksiin on kuitenkin vain vähän tietoa, eivätkä ne olleet tämänkään tarkastelun piirissä.

Tämä raportti liitetään osaksi hankkeen loppuraporttia, missä kerrotaan laajemmin mm. tutkimuskenttien sijainnista, valintaperusteista ja hulevesinäytteenoton tuloksista. Loppuraportin laatii SYKE.

### 1.1. Tekonurmikenttien hulevesijärjestelyt

#### 1.1.1. Tekonurmikenttien kuivatuksesta ja hulevesijärjestelyitä yleisesti

Tekonurmikenttien hulevedet johdetaan tavallisesti kentän reuna-alueelle sijoitettuihin ritiläkaivoihin. Usein samoihin kaivoihin johdetaan hulevesiä myös muualta, varsinaisen tekonurmialueen ulkopuolelta kuten kulkureiteiltä, huoltoalueilta ja kenttää kiertäviltä juoksuradoilta. Yleisperiaatteena on, että ritiläkaivot on liitetty tontin painovoimaiseen hulevesiviemäriin, jonka loppuosan kokoojakaivon johdetaan myös kentän perusvedet salaojista. Tontilta hule- ja perusvedet purkautuvat kokoojakaivon kautta kunnalliseen



hulevesiviemäriin. Kunnallisesta viemäristä hulevedet purkautuvat tavallisesti käsittelemättömänä vesistöön tai avo-ojaan. Kenttien hulevesiä voidaan ohjata tonttialueelta myös suoraan pintavalumana painanteiden ja ojien kautta vastaanottavaan vesistöön tai kunnalliseen avo-ojaan ilman varsinaista putkiverkostoa.

Yleensä kentille laaditaan suunnitteluvaiheessa pinnantasaus- ja kuivatussuunnitelma, joissa on esitetty alueen kallistukset, kaivot, viemärit ja salaojajärjestelmät. Tekonurmikenttä tehdään tavallisesti n. 0,5-1,0% kaltevuuteen, joka ohjaa pintavalumaa kentältä pois. Reuna-alueiden kaltevuus riippuu käyttötarkoituksesta ja vaihtelee suuresti. Yleisperiaatteena on, että kentälle tai sen reuna-alueille ei saa muodostua lammikoita. Lähiliikuntapaikoilla kaltevuudet voivat olla suurempia ja muutkin rakenteet vaihtelevampia kuin virallisilla liikuntapaikoilla. Koska tekonurmikentät ovat hyvin tasaisia, on rakenteiden vedenläpäisevyyden oltava hyvä (50-180mm/h) koko suunnitteluiän ajan. (Infra 66-710123 2013)

Kevättalvella kentän hyvä vedenläpäisevyys ei kuitenkaan vähennä virtaamia kaivoihin, koska lumet aurataan lumenlajitusalueelle, joka on tavallisesti asfalttia. Myös rankkateilla ja kun maaperän saturaatio on korkea, kentän vedenläpäisevyys laskee. Joten siitä huolimatta, että tekonurmikenttien vedenläpäisevyys suunnitellaan korkeaksi, päättyy kentiltä pintavalumaa kenttäalueen ulkopuolelle, sidotuille pinnoille, kouruihin ja edelleen ritiläkaivoihin.

Hulevesien laadulliseen hallintaan on Suomessa kiinnitetty huomiota viime vuosina ja tämä näkyy myös nykyisissä liikuntapaikkojen suunnitteluohjeissa ja käytännöissä. Esimerkiksi Infra 66-710123 *Ulkoliikuntapaikkojen tekniset järjestelmät* -ohjeistaa hulevesien vähentämiseen, käsittelyyn ja viivyttämiseen. Näin ollen uusien ja vanhojen kenttien hulevesien hallintarakenteissa saattaa olla suuriakin eroja.

Vanhoissa kantakaupungeissa kenttien hulevedet voidaan ohjata myös sekavesiviemäriin, josta vedet päätyvät jätevedenpuhdistamolle. Jätevedenpuhdistamot poistavat suuren osan veden mikromuoveista, mutta osa siitä voi kuitenkin päätyä puhdistamolietteeseen (Talvitie 2018), jota käytetään mm. maataloudessa ja viherrakentamisessa.

### 1.1.2. Tutkimuskenttien hulevesijärjestelyt

Puotilan ja Pirkkolan tekonurmikenttien kuivatussuunnitelman periaate on tavanomainen: tekonurmikenttä viettää reuna-alueelle, missä ritiläkaivot keräävät hulevedet ja ohjaavat ne tontin hulevesiviemäriin. Tontin koontikaivan kautta hulevedet virtaavat painovoimaisesti kunnalliseen hulevesiviemäriin ja purkavat avo-ojien ja muiden uomien kautta lopulta vastaanottavaan vesistöön, Suomenlahteen.

Puotilan kenttä kuuluu Marjaniemenpuron 143 hehtaarin valuma-alueeseen, jonka läpäisemättömien pintojen osuus on noin 50 %. Tontin hulevesiliittymästä Marjaniemenpuroon laskevan rummun päähän on matkaa n. 700 m. Tämä runkoviemäri on kooltaan DN800...DN1000 ja n. 0,3 % kalteva. Marjaniemenpurosta uomasto jatkuu Vartiokylänlahteen asti n. 1 km päähän.

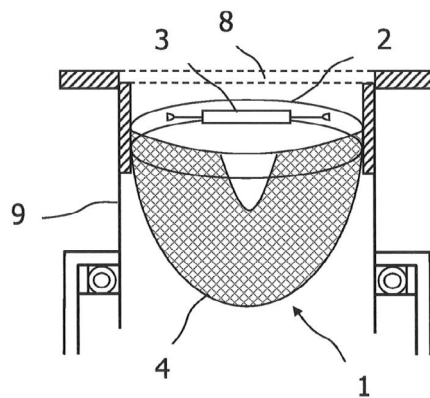
Pirkkolan kenttä kuuluu Haaganpuron 1081 hehtaarin valuma-alueeseen, jonka osavaluma-alueilla läpäisemättömien pintojen osuus vaihtelee 10 prosentista (mm. Keskuipuisto) aina 55 prosenttiin (Etelä-Haaga). Tontin hulevesiliittymästä Haaganpuroon laskevan rummun päähän on matkaa n. 370 m. Tämä runkoviemäri on kooltaan DN300...DN1300 ja n. 0,6% kalteva. Enne purkuaukkoa siihen liittyy Rapparintien

suunnasta toinen DN1000 hulevesiviemäri. Uomasto jatkuu Pikku Huopalahteen asti n. 4,5 kilometrin päähän.

## 1.2. Näytekeräimien rakenne

Pirkkolan ja Puotilan kentiltä valittiin ritiläkaivot, joihin asennettiin näytekeräimet. Pirkkolan kentälle keräimiä asennettiin neljä ja Puotilaan viisi kappaletta. Tutkittavat kaivot pyrittiin valitsemaan siten, että mukana on valuma-alueeltaan erilaisia ja kenttään nähden eri etäisyyksille sijoittuneita kaivoja. Tutkimuksen edetessä huomattiin, että yksi kaivo Pirkkolan kentän reuna-alueella pysyi kuivana, eli sinne ei virrannut vesiä pinnantasausten johdosta, joten se päätettiin jättää pois tutkimuksesta.

Keräimet toimivat siten, että hulevesi virtasi keräimen suodatinpussiin, joka päästi huleveden läpi mutta pidatti rouheen. Suotautunut hulevesi jatkoi viemäriin tai ylivuotilanteissa virtasi keräimen yläosan ylivuotoaukoista. Näytekeräimenä käytettiin Wateco Oy:n kehittämää kaivokohtaista hulevesisuodatinta, josta alla periaateleikkaus ja valokuvia.



Kuva 1. Periaateleikkaus suodatinlaitteesta (1) kaivon (9) ritiläkannen (8) alle asennettuna. Suodatin kiinnitetään kaivon sisäpintaan käänteisellä vanttiruuvilla (3) ja kiristyspannalla (2). Kuva: Wateco Oy



Kuva 2. Hulevesisuodatin, jonka pussiosa on valmistettu 0,1 mm reikäkoon viirakankaasta ja sen vedenvirtauskapasiteetti on 300 l/s/m<sup>2</sup>. Kuva: Wateco Oy



Kuva 3. Hulevesisuodatin, eli näytekeräin kaivon asennettuna. Kuva: Wateco Oy

Keräimien toiminnasta on kerrottu tarkemmin näytteenottoa käsittelevässä loppuraportissa.





### 1.3. Kumirouheen kulkeutumiseen vaikuttavat fysikaaliset ominaisuudet

Kumirouheen ominaisuudet vaikuttavat osaltaan siihen, miten partikkeli kulkeutuu virtaavan veden mukana ja missä olosuhteissa partikkeli voi sedimentoitua. Kumirouhepartikkelien käyttäytyminen ja siihen vaikuttavat sisäiset että ulkoiset fysikaaliset tekijät ovatkin tärkeää tietoa niiden leviämisen mallintamisessa virtaamaolosuhteissa sade- ja sulamisvesitapahtuman aikana.

Kumirouhepartikkelin leviämiseen vaikuttavia sisäisiä fysikaalisia muuttujia ovat sen muoto (säännöllinen, epäsäännöllinen, pallomaisuus), muovilaatu (tiheys, tilavuus) ja koko (halkaisija, massa). Näillä kaikilla on vaikutusta partikkelin liikkeelle lähtemiseen ja liikkeessä pysymiseen, koska partikkeliä liikuttavan voiman on oltava sitä vastustavia voimia, kuten lepokitkaa suurempi. Samat fysikaaliset muuttujat vaikuttavat myös mikromuovipartikkelin sedimentaationopeuteen vesipatsaassa (Van Melkebeke ym. 2020). Sedimentaationopeudella on merkittävä vaikutus leviämiseen siinä vaiheessa, kun partikkeli kulkeutuu pinnalta vastaanottavaan vesistöön, kuten avo-ojaan. SBR-kumirouheen fysikaalisten ominaisuuksien vaihteluväli on esitetty lisämateriaalissa 1.

Egodawatta ym. (2007) esitti huleveden haitta-aineiden kerääntymiseen vastaanottavaan vesistöön kolme vaikuttavaa prosessia, kasaantuminen, huuhtoutuminen ja kulkeutuminen, jotka voidaan esittää kaavojen avulla huleveden laadullista mallintamista varten. Kiintoainemuodossa olevien haitta-aineiden huuhtoutumiseen on käytetty yleisesti Sartor ym. (1974) kaavaa, johon Egodawatta ym. (2007) esitti oman lisäyksenä niin sanotun kapasiteettitekijän  $C_F$  avulla (*capacity factor*). Kyseinen muuttuja huomioi laskennassa erityisesti sateen intensiteetin mutta myös pinnan ominaisuudet, kuten kaltevuuden. Kun sateen intensiteetti on 40-90 mm/h, sadetapahtuman kineettinen energia ei juurikaan muutu eikä siten kykene aiheuttamaan yhtä voimakasta muutosta sateen turbulenssiin kuin yli 90 mm/h sadetapahtumien aikana (Roswell 1986).

Kumirouhepartikkelin leviämisen mallintamiseen voidaan näillä lähtötiedoilla yleistää kiintoaineksen huuhtoutumiseen käytettyjä laskennallisia kaavoja. Tätä raportointia varten tarkoituksena on analysoida voima partikkelin liikkeelle lähtemiseksi. Lisäksi huomioidaan edellä mainittujen fysikaalisten ominaisuuksien sekä sadetapahtuman aikaisen sateen intensiteetin vaikutus partikkelien huuhtoutumiseen ja kulkeutumiseen. Partikkelien laskennallinen malli ja muuttujien esitetyt vaihteluvälit huuhtoutumisen arvioimiseksi ovat esitetty lisämateriaalissa 1.



---

## 2. Kuvaus hydrologisesta ja hydraulisesta mallinnuksesta

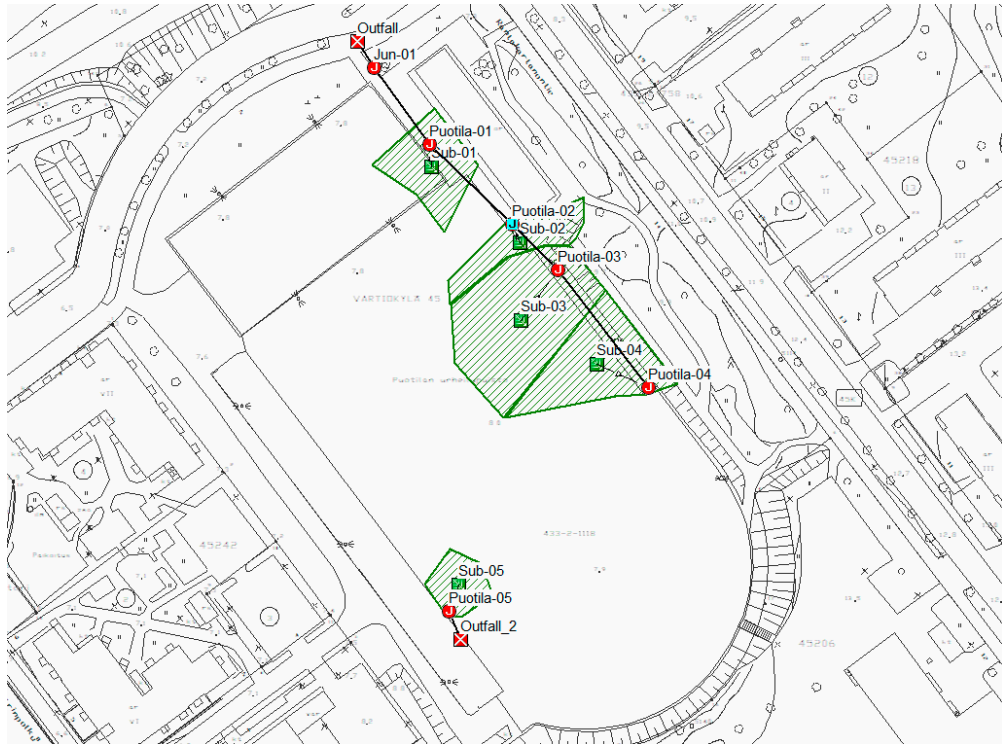
### 2.1. Mallinnuksen tarve

Ensisijaisesti hulevesimallinnusta tarvittiin virtaamatietojen arviointiin tutkimuskaivoista. Mallista saatiin arvio kaivoihin päätyneistä tilavuusvirtaamista tutkimuskeräimien tyhjennysväleillä. Tuloksena saatiin siis kertyneen kumirouheen määrä/ m<sup>3</sup> hulevettä. Näistä lisää loppuraportissa.

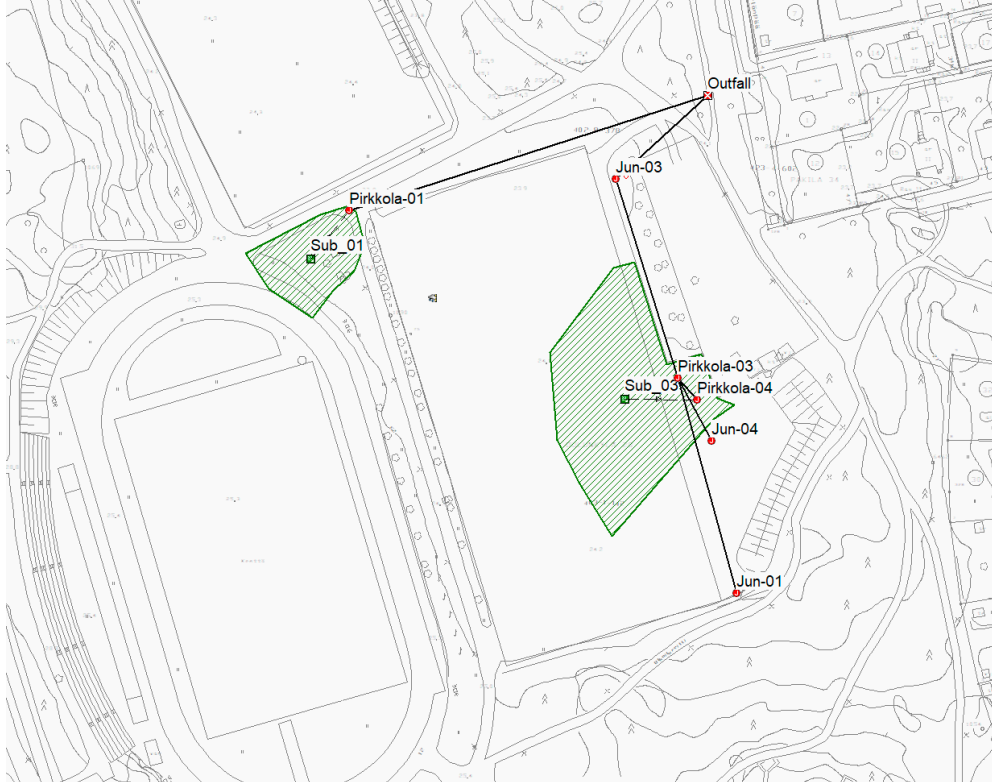
Tilavuusvirtaamien lisäksi hulevesi- ja maastomallin avulla pystyttiin arvioimaan valuma-alueiden kaltevuuksia, huippuvirtaamia ja kentiltä hulevesiverkostoon purkautuvan virtaaman nopeutta. Näitä virtaamaolosuhteita voitiin verrata kumirouheen kulkeutumiseen vaikuttaviin fysikaalisiin ominaisuuksiin ja arvioida kuinka rouhe lähtee liikkumaan virtaaman mukana.

### 2.2. Ohjelmisto, lähtötiedot ja menetelmäkuvaus

Hulevesimallinnuksessa käytettiin *Autodesk Storm and Sanitary Analysis* (2018) ohjelmaa. Verkostotarkastelussa, maanpinnan 3D-mallinnuksessa ja kaltevuusanalyysissä käytettiin *Autodesk Civil 3D* (2018) ohjelmaa. Puotilasta (Kuva 4) ja Pirkkolasta (Kuva 5) tehtiin molemmista omat erilliset mallit. Kyseiset kuvat eivät ole verkostokuvia, vaan hulevesimallin pelkistys tutkittavista kaivoista, putkista ja valuma-alueista. Kuvissa näkyvät tutkimuskaivot on nimetty Puotila-01 – Puotila-05 ja Pirkkola-01 – Pirkkola-04. Vihreät alueet kuvaavat kaivokohtaisia valuma-alueita. Kuvissa näkyvät Jun\_01 - Jun\_04 kaivot ovat mallinnusta varten määritellyjä apukaivoja, joihin ei sijoitettu tässä tutkimuksessa tutkimuskeräimiä.



Kuva 4 Kuvakaappaus Puotilan hulevesimallista



Kuva 5. Kuvakaappaus Pirkkolan hulevesimallista

Kunkin tutkimuskaivon valuma-alueen laajuus ja ominaisuudet arvioitiin maastokäynnin, vanhojen suunnitelmien ja maanpinnan 3D-mallin avulla. Maanpinnan 3D-mallin lähtötietona käytettiin Helsingin kaupungin karttapalvelusta ladattua laserkeilausaineistoa. Verkosto- ja kantakartat saatiin Helsingin kaupungin kaupunkimittauspalvelusta. Malleihin syötetyt valuma-alueiden ominaisuudet/mallin parametrit, kenttien topografia ja tutkimuskaivojen sijainnit on esitetty lisämateriaaleissa 2-3.

Pirkkolan kentän sadehavainnot tutkimusjakson ajalta ladattiin Ilmatieteenlaitoksen *Havaintojen lataus* -palvelusta: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus>. Havainto-asemaksi valittiin Kumpulan asema. Puotilan kentän sadehavainnot saatiin Helsingin kaupungilta. Puotilan sademittari sijaitsee Gotlanninkadulla Puotilassa. Sateen intensiteetin havaintoväliksi valittiin 10 min.

#### Mallien parametrit:

- Hydrologinen menetelmä: EPA SWMM
- Infiltraatiomenetelmä: Horton
- Hydraulinen reititys: Kinematic Wave
- Virtausyhtälö: Hazen-Williams

### 2.3. Mallinnuksen epävarmuudet

Suurimmat epävarmuudet mallinnuksessa liittyvät sadehavaintoihin. Aivan tutkimuskenttien viereen sijoitetut sademittarit olisivat antaneet tarkemman tiedon sateiden intensiteetistä kuin etäämmällä sijainneet Ilmatieteenlaitoksen ja kaupungin sademittarit. Kaivokohdaiset virtausmittarit tai v-padot olisivat antaneet vielä tarkemman tuloksen kaivoihin päätyneistä virtaamamääristä, mutta kaivojen ja purkuputkien vaihteleva koko sekä sakkapiesien täytyminen rouheella ja roskilla teki virtaus- ja painemittareiden käytöstä liian haastavaa.

Myös tutkimusvälin 16.12.2020-26.3.2021 virtaamamallinnukseen liittyy merkittävää epävarmuutta, koska mallissa ei huomioitu lumipeitteen kertymistä, sulamista tai auraamista. Mallinnusohjelmassa voidaan huomioida erilaisia lumitilanteita, lisätä lämpötila- ja tuulidataa (ilmastodataa), mutta tätä ei nähty tässä työssä tarpeelliseksi, koska kentillä ja tutkimuskaivojen luona lumitilanne vaihteli epäsäännöllisesti lumenaurauksen mukaan. Näin ollen sulamisvesien määriä tutkimusväleillä ei olisi saatu tarkennettua, vaikka ilmastodataa olisi syötetty malliin. Esimerkiksi tyhjennysväleillä 16.12.2020-10.5.2021 Pirkkolan kaivojen 3 ja 4 todelliset virtaamamäärät saattavat olla suurempia kuin mallinnetut, koska kyseisten kaivojen kohdalla sijaitsevat lumikasat (ks. kuva 6), joihin talven aikana sataneet lumet läjitettiin ja jotka sulivat toukokuuhun mennessä. Mallissa on huomioitu vain valuma-alueille sataneen, ei sinne ulkopuolelta aurattujen lumien määrä.



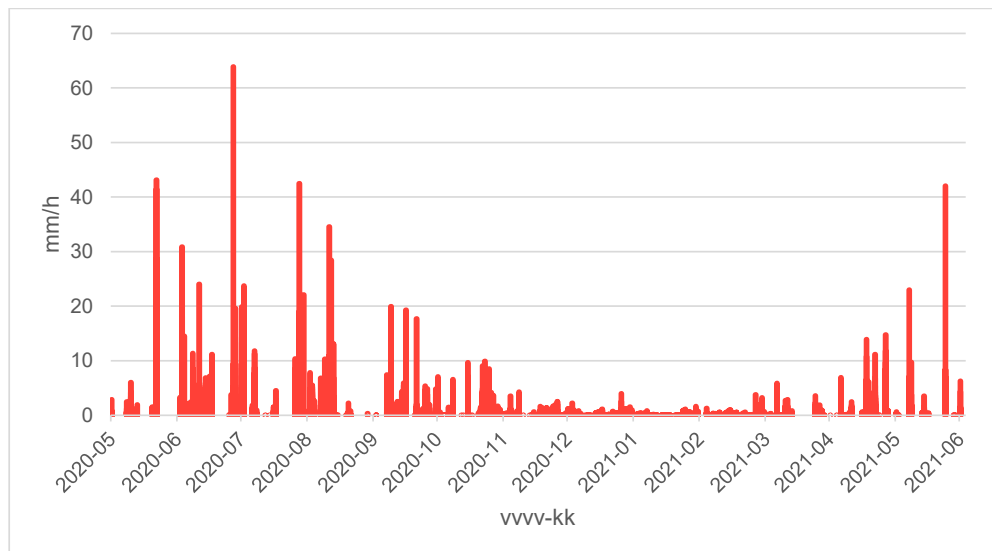
Kuva 6. Pirkkolan kentän lumenläjitysalue sijaitse osittain tutkimuskaivojen 3-4 valuma-alueella

### 3. Tulokset

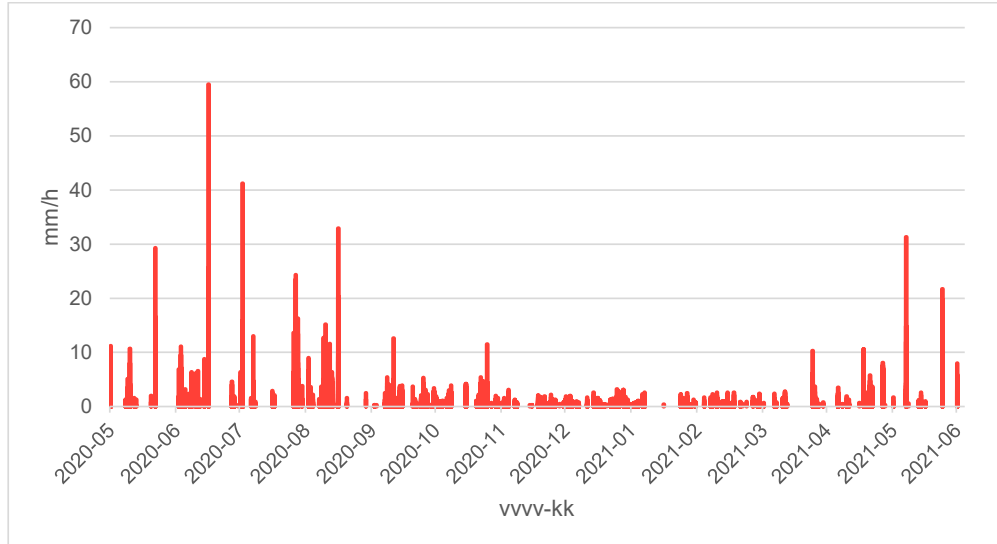
#### 3.1. Tilavuusvirtaamat tutkimuskaivoihin

Lisämateriaalin 4 taulukossa on esitetty tutkimuskaivojen tilavuusvirtaamat tyhjennysväleillä.

Tuloksista voidaan nähdä vuoden 2020 kesä-heinäkuun suhteellisen sateinen jakso ja elokuulta aina joulukuulle jatkunut vähäsateisempi jakso. Vuoden 2021 toukokuun sateinen jakso erottuu myös suhteellisen suurina kokonaisvirtaamina kertymisjaksolla 10.5.2021-4.6.2021. Koko tutkimusjakson sadetapahtumien intensiteetit on esitetty alla kuvaajassa 1 ja 2. Lämpötila, lumipeite ja sademäärät on esitetty kuvaajassa, joka on lisämateriaalissa 5.



Kuva 7. Puotilan sateiden voimakkuus mm/h



Kuva 8. Pirkkolan sateiden voimakkuus mm/h

Suurin tilavuusvirtaama  $\sim 127 \text{ m}^3$  kertyi Pirkkolan kaivoihin 3-4 tyhjennysväliillä 16.12.2021-10.5.2021. Oletettavasti hulevettä on kuitenkin virrannut kaivoihin enemmän, koska kyseisiin kaivoihin on päässyt sulamisvesiä muiltakin alueilta lumenläjityksen takia (ks. edellinen kappale). Kyseiset kaivot sijaitsivat melko lähekkäin toisiaan ja näin ollen tässä selvityksessä on katsottu että niillä on sama valuma-alue (Sub\_03). Kaivot sijaitsivat asfaltoidulla alueella ja läpäisemätöntä pintaa on suuri osuus.

Pienin tilavuusvirtaama oli Puotilan kaivoon nro 5. Tämä oli odotettavissa, koska kaivo sijaitsee aivan tekonurmikentän reunassa ja on runkolinjan ensimmäinen kaivo, joten sen valuma-alue on pieni ja läpäisevän pinnan osuus suuri 99 % (Ks. kuva 4). Puotilan kaivot 3 ja 4 sijaitsivat myös lähellä kenttää ja niidenkin valuma-alueen läpäisevän pinnan osuus oli suuri 84-92%, joten virtaamat jäivät vähäisiksi.

### 3.2. Virtausnopeudet purkuviemäriin tutkimuskaivoista

Kaikista tutkimuskaivojen purkuviemäreistä ei voitu mallintaa virtausnopeuksia, koska tietoa putkien koosta ja kaltevuuksista puuttui. Pirkkolan kaivojen 3-4 ja Puotilan kaivojen 1-4 tarkastelun perusteella virtausnopeudet purkuviemäreissä pysyivät yleisten suositusten rajoissa yltäen maksimissaan 1,1 m/s tutkimusjakson sateilla. Puotilassa lähtötietojen perusteella viemäreiden kaltevuudet olivat pienemmät ja täten maksimivirtaukset jäivät hie-man alle 0,5 m/s.

Tarkastelussa ei otettu huomioon muita mahdollisia perusvesi- tai hulevesiliittymiä tarkasteltavaan linjaan, kuin tutkimuskaivoista viemäriin purkavat liittymät. Näin ollen virtausnopeudet kentän kaivoista kunnalliseen viemäriin ovat todennäköisesti suuremmat.



## 4. Analyysi

### 4.1. Kumirouheen huuhtoutuminen ja kulkeutuminen hulevesiverkostossa

Kumirouheen huuhtoutumiseen ja kulkeutumiseen tehdyissä laskelmissa (ks. laskentalisä-materiaalia) on esitetty, että tekonurmikenttien pinnan laatu ja kaltevuus sekä sateen intensiteetti vaikuttavat rouhepartikkelien huuhtoutumiseen. Kun pinta on sileä ja sateen intensiteetti korkea, yli 90 mm/h, suurin osa kumirouhepartikkeleista huuhtoutuu ja voi kulkeutua vastaanottavaan järjestelmään. Tyypillisesti mitoitussateena käytettävän, kerran kymmenessä vuodessa esiintyvän 15 minuutin sadetapahtuman aikana jopa puolet partikkeleista voi huuhtoutua kun pinta on sileä.

Hulevesiverkostoissa viettoviemärit suunnitellaan tavallisesti itsepuhdistuviksi. Tämä tarkoittaa sitä, että putkikoko ja kaltevuudet mitoitetaan niin, että tavanomaisilla mitoitussateilla saavutetaan virtausnopeus, joka huuhtoo viemäriin kertyvän aineksen ja kuljettaa sitä eteenpäin. Näin ehkäistään viemäriin tukkeutumista. Tavallisesti virtausnopeudet vaihtelevat 0,5-2,0 m/s välillä ja näin on myös Pirkkolan ja Puotilan kentiltä purkavissa viemäreissä. Rouhepartikkelien kulkeutumisen laskennasta todettiin, että veden virtausnopeuden ollessa yli 0,5 m/s partikkelit voivat kulkeutua virtauksen mukana muista muuttujista riippumatta. Viemäreiden tavanomaisilla virtausnopeuksilla tekonurmikentillä käytetty kumirouhe lähtee liikkumaan virran mukana helposti.

Asfalttipintaa tarkasteltaessa voidaan käyttää matalampaa 0,1 m/s arvoa. Laskennallisesti voidaan osoittaa, että pyöreä ja läpimitaltaan 5 mm rouhepartikkelit lähtevät liikkeelle virran mukana jo pienemmillä, 0,1 m/s virtausnopeuksilla ja 1 mm rouhepartikkelit 0,05 m/s virtausnopeudella. Tämä on tärkeä huomio silloin, kun kumirouhetta päätyy kentän ulkopuolelle tahattomasti tai auraslumien mukana. Lisäksi laskennallisen tarkastelun perusteella voidaan olettaa, että yli 5 mm rouhekokoa ja pienen jakeen pesuseulonta voi vähentää pinnoilta huuhtoutuvan ja kulkeutuvan rouheen määrää.

On myös syytä huomioida se, ettei runkoviemäreissä ole virtausta hidastavia sakkapesiä, joihin rouhe voisi kerääntyä. Sakkapesällisiä kaivoja käytetään tavallisesti vain ritiläkaivoissa. Pirkkolan ja Puotilan tutkimuskentiltä viemäriin päässyt rouhe on päässyt kulkeutumaan avo-ojiin asti. Tämä todettiin maastokäynneillä ja purkuojista otetuista näytteistä. Verkostotarkastelut ja laskennalliset mallit selittävät tätä havaintoa. Samoilla menetelmillä voidaan arvioida muidenkin tekonurmikenttien kumirouheen kulkeutumista hulevesien mukana.

Ojissa on sen sijaan hitaasti virtaavia jaksoja ja altaita, joissa rouheen on mahdollista sedimentoitua. Myös kasvillisuus sitoo virran mukana kulkeutuvaa rouhetta. Ojassa kulkeutuvan kumirouheen leviämisen mallintaminen on siis haastavaa. Ojan geometria ja poikki-leikkaus tulisi tuntea hyvin, jotta kulkeutumista voitaisiin arvioida ilman maastossa tehtävää näytteenottoa.

Mallinnuksen ja laskennallisten arvioiden perusteella voidaan yleisesti todeta, että seuraavilla valuma-alueen ja hulevesiverkoston ominaisuuksilla on vaikutusta kokonaisvirtaamiin sekä virtausnopeuteen ja näin ollen rouheen kulkeutumiseen hulevesien mukana:

- valuma-alueen läpäisevän pinnan osuus: mitä vähemmän on läpäisemätöntä pintaa ennen ritiläkaivoja, sitä pienemmät ovat virtausnopeudet ja tilavuusvirtaamat kaivoihin.





- läpäisevän pinnan vedenläpäisykerroin: mitä suuremmaksi saadaan vedenläpäisevyys kentän eri pinnoille, sitä pienempi on virtaama kaivoihin. Koska itse tekonurmikentällä on perustilanteessa suuri läpäisykerroin, on reuna-alueiden merkitys suurin sellaisten ritiläkaivojen kohdalla, joihin suuntautuu virtaamaa kentän ulkopuolelta. Talvella/kevättalvella pintojen vedenläpäisevyyden merkitys on pieni.
- painannesäilyntä: läpäisemättömien pintojen suuremmalla painannesäilynnällä on hieman vaikutusta valuntaan ja rouheen leviämiseen lyhyillä sateilla, mutta käytännössä reuna-alueiden pinnoille ei voida tehdä keinotekoisia painanteita, jotka lätköityvät ja haittaavat alueen käyttöä.
- pinnan karkeus ja kaltevuus, jolla kumirouhetta esiintyy: karkeilta ja tasaisilta pinnoilta kumirouhepartikkelit huuhtoutuvat laskennallisesti heikommin kuin siileiltä ja jyrkiltä pinnoilta.
- kasvillisuus: kasvien peittämällä pinnalla vedenläpäisykerroin on suurempi kuin kasvittomalla. Lisäksi tiedetään, että kasvillisuus pitää yllä kasvualustan vedenläpäisevyyttä.
- ritiläkaivojen sijoittelu: kenttää kuivattavien kaivojen sijoittamisella tekonurmi-alueen lähelle ja pinnantasausten toteuttaminen siten, ettei reuna-alueiden läpäisemättömiltä pinnoilta valu niihin vettä, vähennetään tekonurmikenttää kuivattavien ritiläkaivojen virtaamia ja täten rouheen kulkeutumista hulevesiverkostoon

Lisäksi maastossa tehtyjen havaintojen perusteella voidaan yleisesti todeta, että seuraavilla keinoilla voidaan ehkäistä rouheen päätymistä hulevesiin:

- Kentän reunoilla on lumitilaa ja kenttä on rajattu huolellisesti siten, että lumenauraus kentiltä saadaan tehtyä niin, ettei rouhetta sisältävä lumi leviä tekonurmikentän ympäristöön pinnoille, joista hulevesi huuhtoo ne kaivoihin ja ojiin
- Tekonurmikentän kulkureitit on rajattu, kallistettu ja linjattu siten, ettei ihmisten vaatteiden mukana kulkeutuva rouhe päädy hulevesiverkostoon. Lisäksi yleisesti on havaittu, että kentän kulkuaukkojen kohdalle asennetut ritilät ja jalkaharjat on ehkäisevät rouheen leviämistä tekonurmialueelta pinnoille, josta hulevedet huuhtovat rouhetta viemäriin.

## 5. Johtopäätökset

Epävarmuuksista huolimatta, hulevesimallinnuksen avulla pystyttiin arviomaan karkealla tasolla kuinka paljon tutkimuksen kohteena oleviin kaivoihin virtasi hulevettä keräinten tyhjennysväleillä. Mallinnuksen tulokset tilavuusvirtaamista ja virtausnopeuksista yhdistettynä verkostotarkasteluun ja laskennallisiin tarkasteluihin auttoivat selittämään kentällä tehtyjä havaintoja rouheen leviämisestä.

Hulevesimallinnuksen, verkostotarkastelun, huuhtoutumis-/kulkeutumislaskelmien sekä maastossa tehtyjen havaintojen perusteella voidaan todeta, että hulevesiputkeen tai ojaan päästessään, tekonurmilta karkaava rouhe kulkeutuu luonnonvesistöön nopeasti ja hallitsemattomasti. Tämän vuoksi tekonurmikenttien hulevesien laadulliseen ja määrälliseen hallintaan tulisi kiinnittää huomiota, etenkin vanhoilla kentillä. Positiiviseksi nähtiin se, että uusien ja saneerattavien kenttien kohdalla yleiset suunnitteluohjeet ja -määräykset



ohjaavat nykyään hulevesien parempaan hallintaan, jolla ehkäistään myös rouheen leviämistä ympäristöön. Uusille hulevesien käsittelyjärjestelmille tulee kuitenkin varata riittävästi tilaa, joko tontilta tai sen ulkopuolelta jo yleissuunnitteluvaiheessa.

Tämän selvityksen perusteella tärkeintä on estää rouheen pääsy hulevesiä keräävään ritiläkaivoon. Kaivokohtaisten suodattimien teho ainoana ehkäisykeinona on kyseenalainen. Kaivoihin asennettava keräin on ns. *end-of-the-pipe* ratkaisu, jossa riski rouheen pääsystä verkostoon on lähempänä kuin valuma-alueen yläosiin tehtyjen hallintaratkaisujen kohdalla. Kaivoihin asennettaviin keräimiin kertyy paljon muutakin kuin kumirouhetta, varsinkin silloin, kun tekonurmikenttää kuivattavan ritiläkaivon valuma-alueella on kasvillisuutta sekä sitomattomia päällysteitä ja läpäisemätöntä pintaa juuri ennen kaivoa. Hiekka, puiden lehdet ja roskat kulkeutuvat helposti keräimiin aiheuttaen tukkeutumista ja ylivuotoa.

Tässä selvityksessä huomattiin, että varsinaisen tekonurmikentän sijaan tulisikin kiinnittää huomiota kentän ja sitä ympäröivän reuna-alueen liittymiskohtaan: tekonurmialueen ja reuna-alueiden hulevedet olisi hyvä erottaa eri ritiläkaivoihin rakenteellisesti ja/tai varata erottavalle suojakaistalle tilaa rajakohtaan. Tällä ehkäistäisiin voimakkaammat virtaamat kentän reuna-alueiden läpäisemättömiltä pinnoilta, jotka huuhtovat rouhetta kaivoihin. Tekonurmikenttä on itsessään hyvin vettä läpäisevä, joten rouhe ei huuhtoudu huleveden mukana niin helposti kaivoon, jos ritiläkaivon valuma-alue on vain tekonurmipintaa.

Rouhetta kulkeutuu kuitenkin ihmisten vaatteissa ja huoltoajoneuvojen mukana laajalle alueelle kentän ympäristöön. Lisäksi, roudan aikana hulevesi ei imeydy tehokkaasti, vaan kulkee pintavaluntana, mikä vaatii kentän ulkopuolisia hulevesiratkaisuja. Huleveden pintavaluman vähentäminen tontilla ehkäisee rouheen kulkeutumista hulevesien mukana kunnalliseen verkostoon. Ensisijaisesti tontin hulevedet tulisi johtaa pois viivytävien ja hidastavien järjestelmien kautta. Lisäämällä kentän ympäristöön läpäiseviä pintoja, viherkaistoja, painanteita ja viivytysaltaita hulevedet pääsevät imeytymään sekä haihtumaan ilmaan ja rouhe pidättyy kasvillisuuteen sekä laskeutuu painanteiden pohjalle. Myös hulevesijärjestelmien ylläpidolla on suuri merkitys leviämisen ehkäisyssä; suodattimiin, painanteisiin, laskeutusaltaisiin ja keräimiin kertynyt rouhe tulee poistaa hallitusti ennen kuin rakenne ylivuotaa rouheen hulevesiverkostoon. Tämän vuoksi hallintaratkaisut tulisi suunnitella siten, että rouheen poistaminen onnistuu helposti.

Hulevedet ovat kuitenkin vain yksi rouheen leviämisreitti muiden joukossa, joten hallintakeinoja on käsitelty laajemmin loppuraportissa.

## Lähteet

Egodawatta P., Thomas E. & Goonetilleke A. 2007. Mathematical interpretation of pollutant wash-off from urban road surfaces using simulated rainfall. *Water Research* 41, p. 3025–3031.

Rosewell C. 1986. Rainfall kinetic energy in Eastern Australia. *J. Appl. Meteorol.* 25, p. 1695–1701.

Talvitie J. 2018. Wastewater treatment plants as pathways of microlitter to the aquatic environment. Aalto-yliopisto, Rakennetun ympäristön laitos, Water and Environmental Engineering. Väitöskirja. 106 p.



**Raportti**  
WSP/OHa  
25.2.2022

Rev: A  
Julkinen

113

---

Sartor, J., Boyd, G. & Agardy, F., 1974. Water pollution aspects of street surface contaminants (No. EPA-R2-72/081). US Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA

Van Melkebeke M., Janssen C. & De Meester S. 2020. Characteristics and sinking behavior of typical microplastics including the potential effect of biofouling: Implications for remediation. Environmental Science & Technology 2020, 54 (14), p. 8668–8680

Helsingissä 25.2.2022

WSP Finland Oy

Laatinut:

Olli Hakala  
Projektipäällikkö  
Infra

## Lisämateriaalit

- 1) Rouhepartikkelien kulkeutumisen laskennallinen tarkastelu
- 2) Pirkkolan topografia, valuma-alue ja tutkimuskaivokartta
- 3) Puotilan topografia, valuma-alue ja tutkimuskaivokartta
- 4) Tilavuusvirtaamien yhteenvetotaulukko
- 5) Kuvaaja tutkimusjakson lumimäärästä, lämpötilasta ja sademäärästä



Tekonurmikenttien ympäristövaikutukset: Lisämateriaali 1  
 Projekti 314210

## Tekonurmikenttien hulevedet

Rouhepartikkelien kulkeutumisen laskennallinen tarkastelu

### Asiakkaan tiedot

SYKE  
 Outi Setälä  
 outi.setala@ymparisto.fi

## 6. Analyysi

### 6.1. Kumirouheen huuhtoutuminen

Partikkelien liike hulevesien mukana voidaan jakaa kolmeen prosessiin: Kerääntymiseen, huuhtoutumiseen ja kulkeutumiseen. Partikkelien huuhtoutuminen perustuu sateen intensiteettiin (Taulukko 1), missä sateen kineettinen energia saa aikaan turbulenssia osuessaan pintaan.

Taulukko 1. Sateen intensiteetit (mm/h) ilmastonmuutossovituksella (Hulevesiopas 2012 sekä Aaltonen ym. 2008).

Toistuvuus (a)	5 min	10 min	15 min	20 min	30 min	60 min
1/3	79	56	48	36	31	20
1/5	94	65	53	47	36	23
1/10	101	78	67	58	43	28
1/20	112	101	76	65	47	29
1/50	130	108	90	79	58	36
1/100	144	122	101	90	65	40

Huuhtoutuneiden partikkelien osuuteen Sartor ym. (1974) kaavaan pohjautuen, Egodawatta ym. (2007) esitti oman lisäyksenä niin sanotun kapasiteettitekijän  $C_F$  avulla (*capacity factor*) kaavassa 1:

$$F_W = \frac{W}{W_0} = C_F(1 - e^{-kIt})$$

missä  $C_F$  = kapasiteettitekijä,  $k$  = pinnan karkeus (mm),  $I$  = sateen intensiteetti (mm h<sup>-1</sup>) ja  $t$  = aika (min)



Taulukko 2. Huuhtoutuneiden partikkeleiden osuus (%) mitoitussateiden aikana taulukosta x, kun pinnan karkeusarvo  $k = 0,009$  (asfaltti) ja  $k = 0,0008$  (liukas ja sileä pinta, esim. jää, märkä puu, metalli ja muovi).

$k = 0,009$

Toistuvuus (a)	5 min	10 min	15 min	20 min	30 min	60 min
<b>1/3</b>	14 %	18 %	22 %	20 %	20 %	16 %
<b>1/5</b>	20 %	20 %	23 %	26 %	26 %	19 %
<b>1/10</b>	23 %	23 %	28 %	30 %	32 %	25 %
<b>1/20</b>	28 %	39 %	30 %	32 %	34 %	27 %
<b>1/50</b>	36 %	43 %	41 %	36 %	37 %	37 %
<b>1/100</b>	44 %	53 %	49 %	48 %	39 %	42 %

$k = 0,0008$

Toistuvuus (a)	5 min	10 min	15 min	20 min	30 min	60 min
<b>1/3</b>	49 %	50 %	50 %	45 %	39 %	25 %
<b>1/5</b>	64 %	50 %	50 %	50 %	45 %	29 %
<b>1/10</b>	69 %	50 %	50 %	50 %	50 %	35 %
<b>1/20</b>	77 %	70 %	50 %	50 %	50 %	36 %
<b>1/50</b>	90 %	75 %	62 %	50 %	50 %	45 %
<b>1/100</b>	100 %	85 %	70 %	62 %	50 %	49 %

Kumirouheen huuhtoutumiseen tekonurmikenttien viereisiltä pinnoilta, kuten asfaltilta, vaikuttaa eniten sateen intensiteetti mutta myös pinnan karkeus ja jyrkkyys. Korkeimmillaan huuhtoutuvuus on silloin, kun pinta on sileä ja sateen intensiteetti korkea, yli 90 mm/h. Tällöin laskennallisesti jopa yli 70 % kaikista kumirouhepartikkeleista huuhtoutuu ja voi kulkeutua vastaanottavaan järjestelmään. Tyypillisesti mitoitussateena käytettävän, kerran kymmenessä vuodessa esiintyvän 15 minuutin sadetapahtuman aikana jopa puolet partikkeleista voi huuhtoutua, kun pinta on sileä.

Laskennallinen menetelmä tukee ajatusta, että intensiteetiltään korkeiden, yli 90 mm/h sadetapahtumien hulevedet huuhtovat rouhepartikkeleita tehokkaasti, mutta sateen kestolla ei ole niinkään merkitystä alle 90 mm/h sateissa, joissa sateen aiheuttamaa kineettisen energian nousua ja siitä seuraavaa turbulenssin aiheuttamaa partikkelien liikettä ei ole niin selkeästi havaittavissa.

## 6.2. Kumirouheen kulkeutuminen

Partikkelien kulkeutumista voidaan arvioida partikkeliin kohdistuvan voiman avulla. Fysi-kaalisten ominaisuuksien pohjalta laskettiin kaavaan 2 perustuen voiman ja veden nopeuden arvot siten, että partikkelin pintaan kohdistuva voima ylittää sen lepokitkan



korkeimman arvon. Sama voima myös kuljettaa partikkelia, koska liikekitka on pienempi kuin lepokitkan ylin arvo.

Laskenta pohjautuu perinteiseen väliaineen vastusta kuvaavaan fysiikan kaavaan:

$$F_F = \frac{1}{2}\rho v^2 C_F A$$

missä  $F_F$  = partikkeliin kohdistuva vastusvoima,  $\rho$  = veden tiheys ( $\text{kg/m}^3$ ),  $v$  = veden nopeus (m/s),  $C_F$  = vastuskerroin ja  $A$  = partikkelin poikkileikkausala.

Taulukko 3. SBR-kumirouheen fysikaalisten ominaisuuksien vaihteluväli

muuttuja	min	max	yksikkö
koko	1	5	mm
tiheys	0,92	1,25	$\text{kg/dm}^3$
poikkileikkausala	0,79	19,6	$\text{mm}^2$
lepokitkakerroin	0,2	0,8	-

Rouhepartikkelien kulkeutumisessa tarkasteltiin viittä eri muuttujaa: veden virtausnopeus (m/s), partikkelikoko (mm), pinnan kitkakerroin ( $\tau$ ), muovilaadun tiheys ( $\text{kg/m}^3$ ) sekä mitoitussade (intensiteetti [ $\text{mm/h}$ ] ja kesto [ $\text{min}$ ]). Veden virtausnopeuden ollessa yli 0,5 m/s todettiin, että muista muuttujista riippumatta partikkelit voivat kulkeutua virtauksen mukana. Tällaisia nopeuksia todetaan yleensä lähinnä putkissa, ja esimerkiksi asfalttipintaa tarkasteltaessa voidaan käyttää matalampaa 0,1 m/s arvoa tarkasteluun. Myöskään muovin tiheydellä tai pinnan kitkakertoimella ei ollut laskennan perusteella merkittävää vaikutusta partikkelien kulkeutumiseen yksinään. Tarkastelu painottui siten mitoitussateen keston ja intensiteettiin ja partikkelikokoon.

Mitoitussateen ja partikkelikoon välinen vaikutus partikkelien kulkeutumiseen väliaineen vastusta kuvaavan kaavan 2 avulla ( $\tau = 0,8$ ;  $\rho = 940 \text{ kg/m}^3$ ;  $v = 0,1 \text{ m/s}$  ja  $C_F$ -arvo perustuu Egodawatta ym. (2007) esittämään kaavaan 1) nähtiin, että sateen intensiteetin raja-arvona partikkelien kulkeutumiselle on:

- 3 mm  $\rightarrow$  24 mm/h
- 4 mm  $\rightarrow$  33 mm/h
- 5 mm  $\rightarrow$  89 mm/h

Tuloksista voidaan todeta, että alle 3 mm:n kokoiset partikkelit kulkeutuvat 0,1 m/s virtausnopeudella kaikkien sadetapahtumien aikana ja pinnan kitkakertoimen ollessa 0,8 (laskennallinen kumin ja asfaltin välinen suhde). Pinnalla ja veden virtausnopeudella on kuitenkin sellainen yhteys, että asfaltilla virtausnopeuden ollessa 0,05 m/s, vain 1 mm:n kokoiset partikkelit lähtevät liikkeelle, mutta eivät tätä suuremmat. Veden virtausnopeuden ja pinnan välillä on siten merkittävä vaikutus rouhepartikkelien kulkeutumiseen.

Huomataan myös, että sateen intensiteetillä on voimakas vaikutus partikkelien kulkeutumiseen. Erityisen merkittävä ero on 4 mm:n ja 5 mm:n kokoisten partikkelien kulkeutumisen välillä: 5 mm:n kokoinen rouhepartikkeli vaatii huomattavasti suuremman voiman



Raportti  
WSP/OHa

Rev: A

117

25.2.2022

Julkinen

---

lähtökiteen ylittämiseksi. Tämä tukee Egodawatta ym. (2007) esitystä siitä, että 90 mm/h sateen intensiteetti toimii raja-arvona turbulenssin muutokselle.

#### Lähteet

Aaltonen, J. & Hohti, H. & Jylhä, K. & Karvonen, T. & Kilpeläinen, T. & Koistinen, J. & Kotro, J. & Kuitunen, T. & Ollila, M. & Parvio, A. & Pulkkinen, S. & Silander, J. & Tiihonen, T. & Tuomenvirta H. & Vajda, A. 2008. Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU). Suomen Ympäristökeskus 31.

Egodawatta P., Thomas E. & Goonetilleke A. 2007. Mathematical interpretation of pollutant wash-off from urban road surfaces using simulated rainfall. Water Research 41, p. 3025–3031.

Suomen Kuntaliitto 2012. Hulevesiopas. 298 s.

Sartor, J., Boyd, G. & Agardy, F., 1974. Water pollution aspects of street surface contaminants (No. EPA-R2-72/081). US Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA



**Raportti**  
WSP/OHa  
25.2.2022

Rev: A  
Julkinen

118

---

Helsingissä 18.11.2021  
WSP Finland Oy & Tmi Pietu Pankkonen

Laatinut:

Olli Hakala  
Projektipäällikkö  
Infra

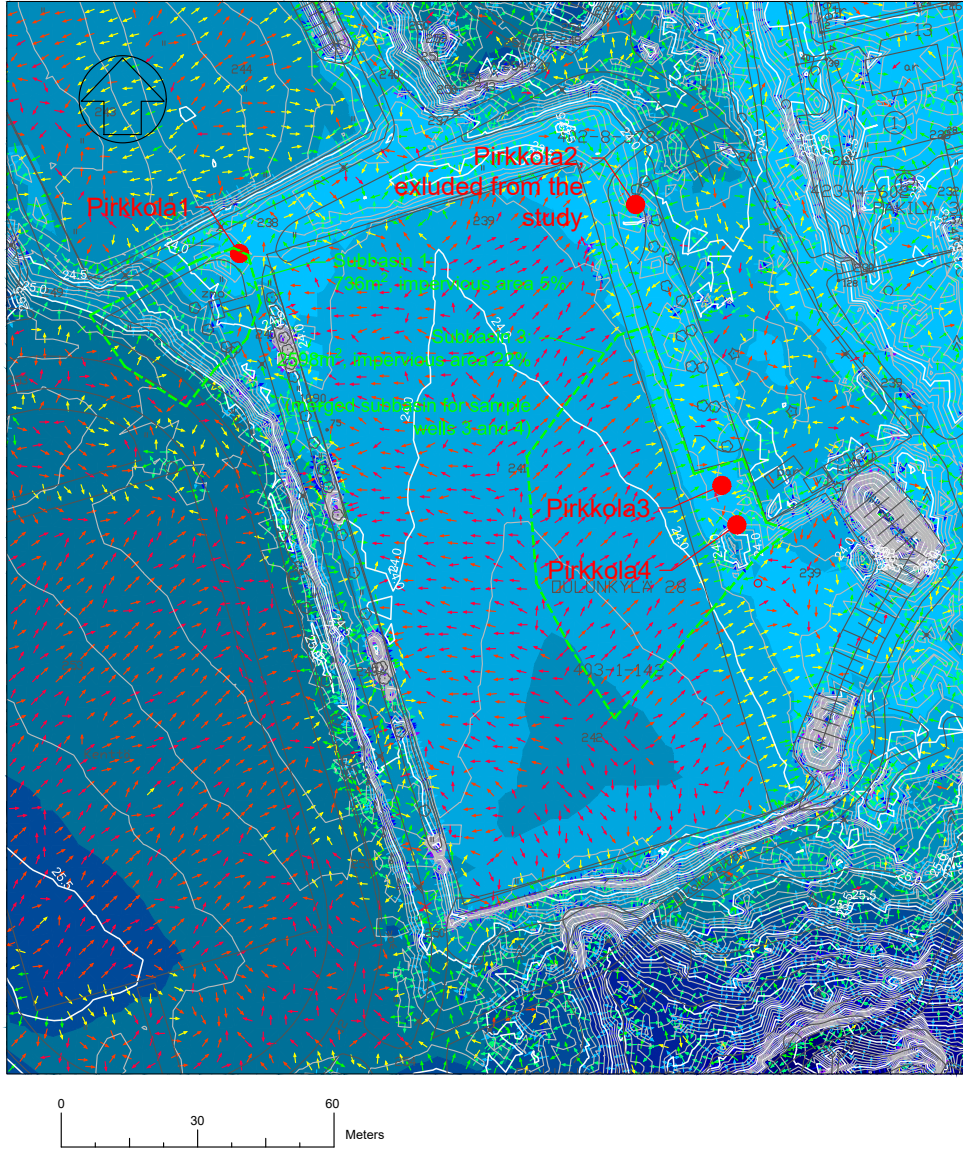
Pietu Pankkonen  
Alikonsultti/Asiantuntija

---

Tekonurmikenttien ympäristövaikutukset: Lisämateriaali 1  
Tekonurmikenttien hulevedet

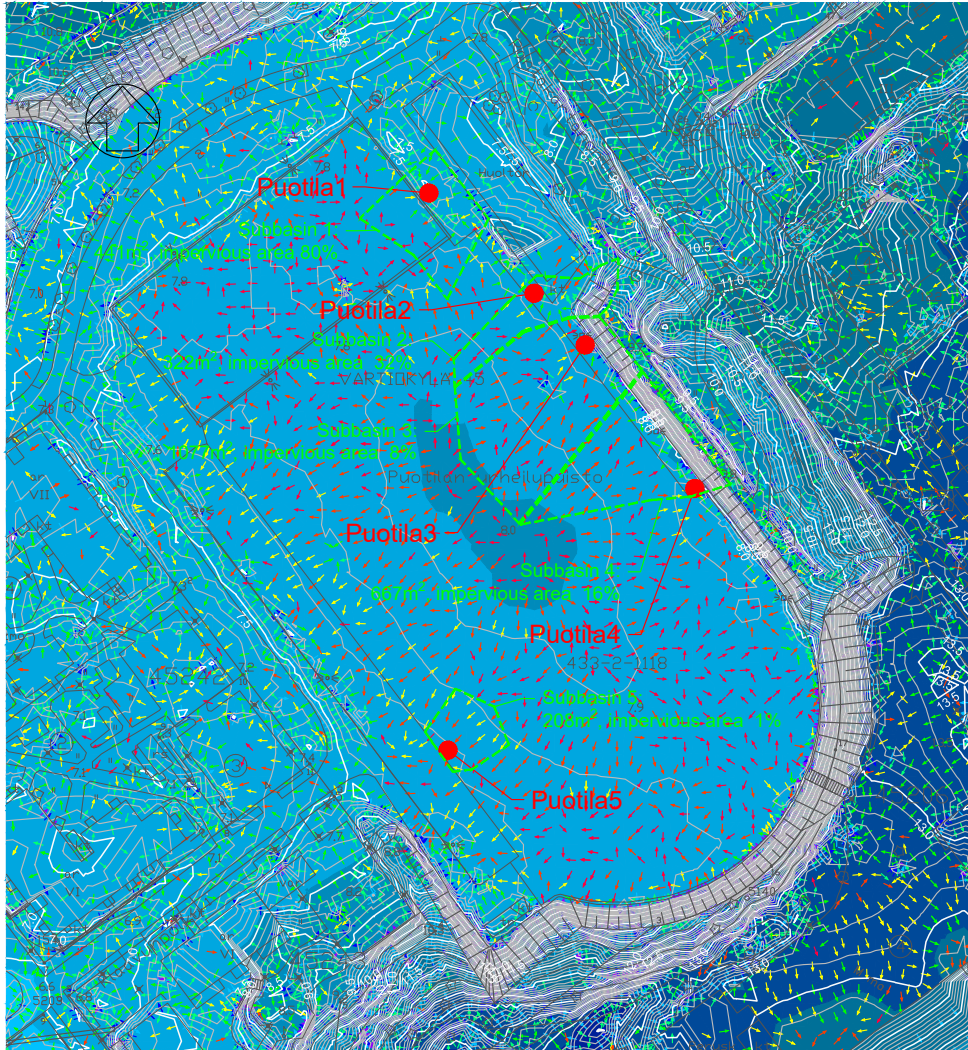
WSP Finland Oy  
Puhelin 0207 864 11  
Y-tunnus 0875416-5





Slope Arrows Table			
Number	Minimum Slope	Maximum Slope	Color
1	0.00%	0.50%	Red
2	0.50%	1.00%	Orange
3	1.00%	2.00%	Yellow
4	2.00%	4.00%	Light Green
5	4.00%	10.00%	Green
6	10.00%	20.00%	Blue
7	20.00%	40.00%	Dark Blue
8	40.00%	358.56%	Purple

Pirkkola artificial turf field  
 Topography, subbasins and sample wells  
 1:1000  
 WSP Finland Oy, 25.2.2022



Slope Arrows Table			
Number	Minimum Slope	Maximum Slope	Color
1	0.00%	0.50%	Red
2	0.50%	1.00%	Orange
3	1.00%	2.00%	Yellow
4	2.00%	4.00%	Light Green
5	4.00%	10.00%	Green
6	10.00%	20.00%	Cyan
7	20.00%	40.00%	Blue
8	40.00%	5212.25%	Purple

Puotila artificial turf field  
 Topography, subbasins and sample wells  
 1:1000  
 WSP Finland Oy, 11.8.2021

**Pirkkola and Puotila sport fields**

## Stormwater analysis

Stormwater total inflow volume (m3) per sample well (SW):

**Pirkkola:**

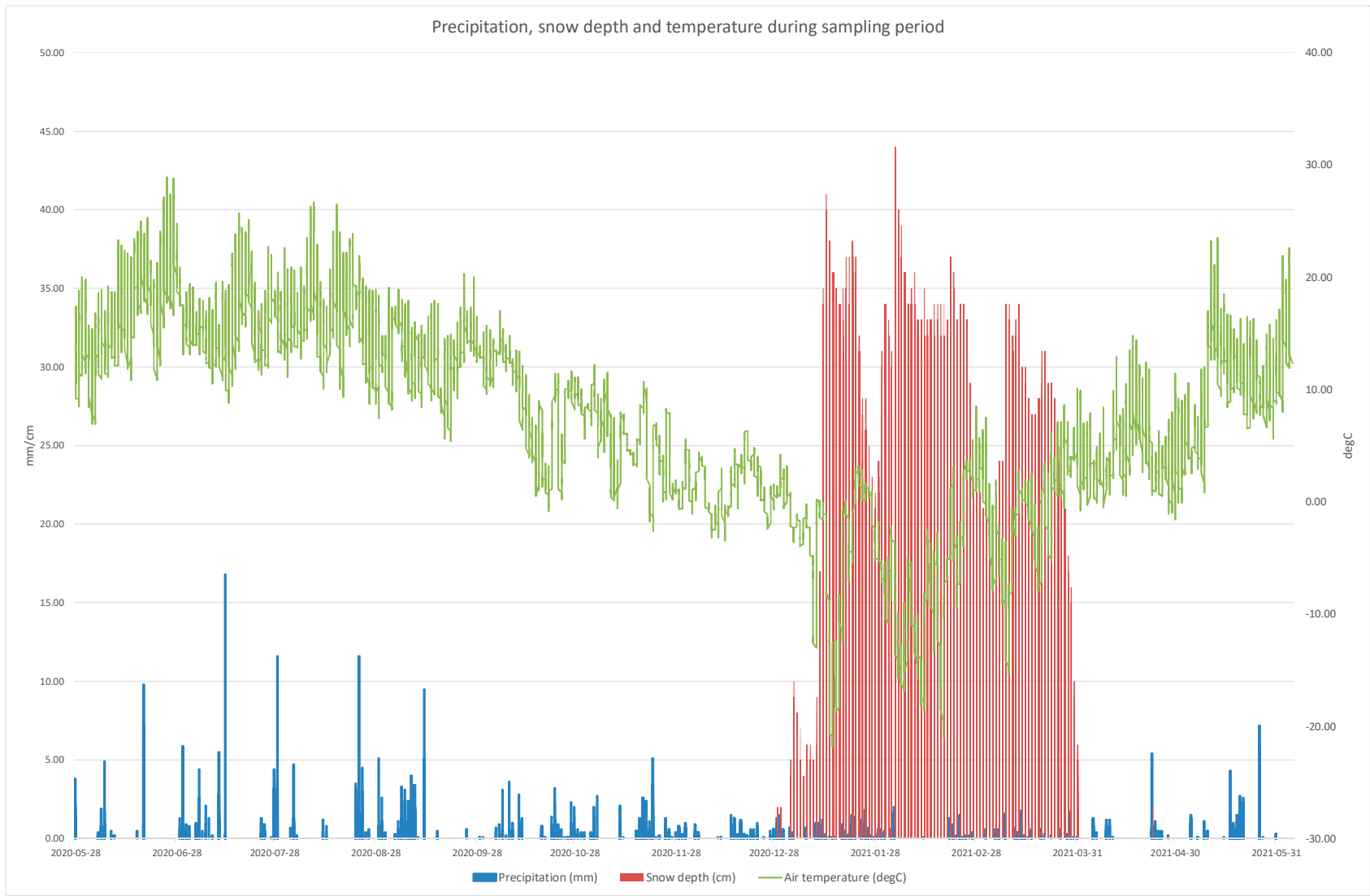
Period /Date:	28.5.2020- 20.7.2020	28.5.2020- 2.7.2020	2.7.2020- 20.7.2020	20.7.2020- 9.9.2020	9.9.2020- 12.10.2020	12.10.2020- 7.11.2020	12.10.2020- 16.12.2021	7.11.2020- 16.12.2020	16.12.2020- 26.3.2021	16.12.2020- 10.5.2021	10.5.2021- 19.5.2021	19.5.2021- 4.6.2021	4.6.2021- 2.7.2021
Duration:	1m 22d	1m 4d	18d	1m 20d	1m 3d	26d	2m 4d	1m 9d	3m 10d	4m 24d	9d	16d	28d
<b>SW 1</b>	39,7			36,6	8,5		25,7		7,3				
<b>SW 3 + SW4*</b>		45,1	33,0	82,3	30,0	29,8		52,6		127,2	8,3	39,6	20,8

\*merged subbasin Sub\_03

**Puotila:**

Period /Date:	1.6.2020- 2.7.2020	1.6.2020- 9.9.2020	2.7.2020- 9.9.2020	9.9.2020- 12.10.2020	12.10.2020- 30.10.2020	30.10.2020- 17.12.2020	12.10.2020- 17.12.2020	17.12.2020- 15.4.2021	17.12.2020- 20.4.2021	15.4.2021- 10.5.2021	20.4.2021- 10.5.2021	10.5.2021- 4.6.2021	4.6.2021- 2.7.2021
Duration:	1m 1d	3m 8d	2m 7d	1m 3d	18d	1m 17d	2m 5d	3m 29d	4m 3d	25d	20d	25d	28d
<b>SW 1</b>	33,1		67,1	9,4	13,9	23,2		34,5		6,3		25,4	11,4
<b>SW 2</b>	11,8												
<b>SW 3</b>		33,6		2,3			9,3	8,6		1,6		7,8	2,8
<b>SW 4</b>		36,3		2,9			11,6	10,6		2,0		8,9	3,5
<b>SW 5</b>			0,4	0,1			0,2		0,2		0,04	0,5	0,07

Kuva tilavuusvirtaamien yhteenvotaulukosta. Taulukossa korostettu punaisella tyhjennysväli, johon osui vain yksi sadetapahtuma



## Liite 4: Toimenpide-ehdotukset jalkapallokenttien täyteaineena käytetyn kumirouheen leviämisen ehkäisemiseksi



Raportti  
WSP/Oha

Rev: [Revisio]

123

18.11.2021

[Luokitus]

Tekonurmikenttien ympäristövaikutukset

Projekti 314210

## Tekonurmien ympäristövaikutukset

Katsaus tekonurmikenttiä koskeviin suunnittelu- ja rakentamistapaohjeisiin sekä kooste toimenpide-ehdotuksista rouheen leviämisen ehkäisemiseksi

### Asiakkaan tiedot

SYKE  
Outi Setälä  
outi.setala@ymparisto

## 1. Tausta

Tämä raportti on laadittu WSP Finland Oy:ssa Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) *Tekonurmikenttien ympäristövaikutukset* -hankkeen ohjauksessa. Raporttiin on koostettu suunnittelu- ja rakentamistapaohjeita, jotka koskevat tekonurmikenttiä ja joilla on erityistä vaikutusta kumirouheen leviämisen ehkäisyyn. Lisäksi esitetään täydennysehdotuksia näihin ohjeisiin. Katsaus keskittyy Suomessa yleisesti käytettyihin suunnittelu- ja rakennustapaohjeisiin, lähinnä Rakennustietosäätiön (RTS) sekä Opetus- ja kulttuuriministeriön (OKM) liikuntapaikkajulkaisuihin.

Raportin loppuun on koottu tekonurmikentillä käytetyn kumirouheen leviämisen ehkäisykeinoista toimenpide-ehdotuksia. Ehdotuksia on koostettu Ruotsissa, Tanskassa, Norjassa ja Hollannissa tehdyistä selvityksistä. Ehdotuksia on muokattu ja jäsennelty *Tekonurmikenttien ympäristövaikutukset* -hankkeen havaintojen ja kokemusten pohjalta.

Raportti keskittyy vain ulkoliikuntapaikkoihin, ei sisäpelikenttiin. Toimenpide-ehdotukset sopivat kuitenkin talvikaudeksi ylipainehallilla peitetyille tekonurmikentille.

Tämä raportti liitetään osaksi hankkeen loppuraporttia.

## 2. Rouheen leviämisen huomioiminen nykyisissä suunnittelu- ja rakentamistapaohjeista

Tavallisesti tekonurmikenttä on osa laajempaa ulkoliikuntapaikkaa ja suunnittelun yksi osa-alue. Ulkoliikuntapaikkojen suunnittelua ja rakentamiseen on tarjolla paljon ohjeita ja kirjallisuutta. Näitä on listattu OKM:n ja RTS:n laatiman liikuntapaikkarakentamista koskevaan ohje- ja kirjallisuusluetteloon *Liikuntapaikkarakentaminen - Ohjeita ja kirjallisuutta* (RT 97-11199 & Infra 66-710149 & LVI 06-10566 2015). Luettelo on laadittu teemoittain (esim. "Rakenteet ja laadunvarmistus" ja "Esteettömyys") ja sisältää ohjeita aina tekojääradoista Beach Volley -kenttiin. Tekonurmista ei ole erillistä opasta tai muuta julkaisua listalla. Sen sijaan hiekkatekonurmien suunnittelua, rakentamista ja hoitoa varten on laadittu erillinen *Hiekkatekonurmiopas* (Jäniskangas 2019) sekä kaksi muuta julkaisua, jotka

koskevat hiekkatekonurmien käyttö- ja kuntokartoitusta sekä hiekkatekonurmien ominaisuuksia. Vastaavalle kumirouhetäytteisiä tekonurmikenttiä käsittelevälle oppaalle olisi tarvetta.

Kumirouhetäytteisten tekonurmien suunnitteluun ja hoitoon löytyy kuitenkin ohjeistusta mm. *Ulkoliikuntapaikkoja tekniset järjestelmät – Infra 66-710123* (2013) ohjeesta sekä InfraRYL:n osasta *50000 Liikunta- ja virkistyspaikkojen rakenteiden tekniset toimivuusvaatimukset* (InfraRYL 2017). Kyseiset ohjeet koskevat pääosin tekonurmikentän teknisiä ominaisuuksia, mitoitusta, materiaalivaatimuksia ja rakenteita.

InfraRYL:ssa kumirouheen leviämisen kannalta merkittävin kohta lieneekin rakenteiden toimivuusominaisuuksia käsittelevä alkuosan kappale, jossa alaotsikon ”Päästöt ympäristöön” alla ohjeistetaan näin: *”Rakenteista ei saa syntyä haitallisia päästöjä ilmaan, maaperään tai veteen. Päästöillä on merkitystä mm. uusiomateriaaleja käytettäessä ja pohjavesialueille rakennettaessa.”* (InfraRYL 2017). InfraRYL voisi olla hyvä kanava jakaa suunnittelijoille teknisiä ohjeita, toimivuusvaatimuksia ja esimerkkikuvia tekonurmikenttien rakenteista, joilla ehkäistään rouheen leviämistä. Esimerkiksi kenttää rajaavien aitojen alareunaan asennettaville estelevyjen toimivuusvaatimuksille nähtiin hankkeen maastokäynneillä tarvetta (ks. kuva 1).



Kuva 1. Aitaan asennettujen estelevyjen ja lumenlajitusalueen oikealla mitoituksella sekä asennus-/huoltotyön laatuvaatimuksilla voisi ehkäistä kuvassa näkyviä tilanteita, joissa rouhe leviää esteiden yli ympäristöön.

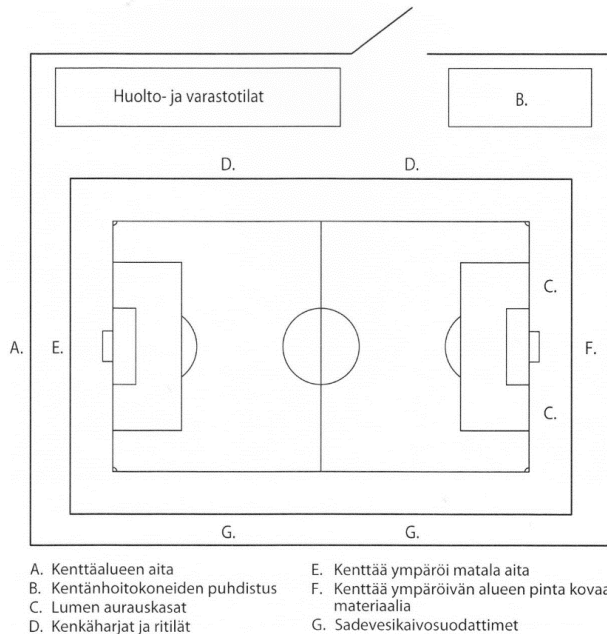


*Ulkoliikuntapaikkojen tekniset järjestelmät* -ohjeessa on hulevesien käsittelyyn kiinnitetty huomiota melko kattavasti. Ohjeessa muistutetaan: *"Ulkoliikuntapaikat sijaitsevat usein puisto- ja viheralueisiin liittyen, joten hulevesien hallinta ja johtaminen voidaan toteuttaa tehokkaasti ja ympäristöystävällisesti"*, ja vielä tarkemmin hulevesien hallinnasta: *"Paikallisten menetelmien tarkoituksena on useimmiten vähentää huleveden määrää, tasata huleveden virtaamia ja poistaa huleveden mukana kulkeutuvia epäpuhtauksia mahdollisimman lähellä huleveden syntypaikkaa"* (Infra 66-710123 2013). Kyseistä ohjetta noudattamalla voitaisiin kumirouheen kulkeutumista hulevesien mukana vähentää. Tästä lisää lopuraportin hulevesiä käsittelevässä osiossa.

Kyseisessä ohjeessa on lisäksi huomioitu erityisesti lämmitetyt tekonurmikentät ja niiden tekniset järjestelmät. Kumirouheen leviämisen kannalta oleellinen kohta kyseisessä ohjeessa koskee huoltoa: *"Lämmitettävältä kentältä tulee poistaa satanut lumi siten, että tekonurmen pintaan jää noin 10–20 mm lumikerros, koska muuten lumen poiston mukana tekonurmen täyteaineena oleva kumirouhe lähtee aurauksen mukana."* (Infra 66-710123 2013). Tämän ohjeen noudattamisesta ei ole tarkkaa tietoa, mutta hankkeen aikana havaittiin, että useiden lämmitettyjen kenttien reunoilla keväiset lumikasat olivat mustanaan kumirouhetta.

Kuten edellä on mainittu, tekonurmikenttien huoltotilojen, ja erityisesti lumenlajitysalueiden, mitoitus on tärkeää. *Urheilu- ja pallokenttien huoltotilat* (RT 97-11181, Infra 73-710141 2015) ohjekortti käsittelee urheilu- ja pallokenttien huoltotilojen suunnittelua. Kyseisessä ohjeessa ei kuitenkaan mainita lumitiloja tai lumenlajitysalueita ollenkaan. Tekonurmikenttien erityisvaatimukset lumitilojen ja hulevesien käsittelyalueiden mitoituksessa tulisi huomioida jo kaavoitus- ja yleissuunnitteluvaiheessa sekä tilaohjelman laadinnassa. Ohjekortti on muilta osin käyttökelpoinen kenttien huoltotilojen ja reittien yleismitoitukseen, mutta sitä olisi syytä päivittää ainakin tekonurmikenttien lumen ja hulevesien hallinnan tilavaatimusten osalta.

*Yleisurheilukenttien suunnittelu ja rakentaminen -oppaassa* (Häyrinen 2021) on tekonurmipäällysteitä koskeva kappale, jossa kiinnitetään erityistä huomiota rouheen leviämisen ehkäisyyn. Oppaassa ohjeistetaan kahteen kertaan ytimekkäästi, että tekonurmien täyttömateriaalien: *"...kulkeutuminen ympäristöön on estettävä."* Oppaassa ehdotetaan tähän suoja-, huolto- ja lumenkasausalueiden, aitojen, kenkäharjojen ja ritilöiden käyttöä. Alla oleva kuva 2 on poimittu kyseisestä oppaasta ja siinä korostuu tekonurmikenttien mitoituksen erityisvaatimukset. (Häyrinen 2021, s. 57-59).



Kuva 2. Esimerkki tekonurmen täyttömateriaalin leviämisen estämisestä ympäristöön (Häyrinen 2021)

Sen sijaan, että tekonurmikentät mitoitetaan samojen mallikuvien ja tilakaavioiden perusteella kuin tavalliset nurmikentät, tulisi jo alkuvaiheen tilaohjelmassa ottaa huomioon kuvassa 2 esitettyjen suoja-alueiden ja rakenteiden tilavaatimukset.

Uusille kentille tehdään tavallisesti hoitosuunnitelma suunnitteluvaiheen jälkeen ja vanhojen kenttien hoito-ohjeita päivitetään tarvittaessa. Hoitosuunnitelmat- ja ohjeet voivat olla yksinkertaisimmillaan paperille laadittu työlista kentällä tehtävistä huoltotoista tai tehtävienhallintajärjestelmä äylaitteella. Jälkimmäisenä mainituista esimerkkinä on KnowUr.Biz yrityksen hallinnoima liikuntapaikkojen hoidon *Activity Manager*, hallintaohjelma, johon *Suomen liikunnan ammattilaiset Ry* (SLA) on ollut tuottamassa sisältöä. Kyseisessä ohjelmassa tekonurmen hoitoa käsittelevät kohdissa annetaan ohjeita mm. kentän harjaukseen, rouheen määrän tarkistukseen ja lisäykseen, kuluneiden kohtien korjaukseen ja kentän syväpuhdistukseen. Rouheen leviämistä ympäristöön tai käytetyn rouheen jatkokäsittelyä ei *Activity Managerin* perusversiossa käsitellä, ja se nähtiin kannatettavaksi lisäykseksi ohjelmaan (KnowUr.Biz 2021).

Edellä mainittujen lisäksi tekonurmituotteiden valmistajilla ja toimittajilla on omia ohjeita, huoltopalveluita sekä neuvonta- ja suunnittelupalveluita. Ohjeita on lokalisoitu eri maihin ja niitä tehdään myös kohdekohtaisesti. Lyhyen katsauksen perusteella kumirouheen leviämisen haasteet on otettu niissä huomioon ja yleisellä tasolla muistutetaan ympäristö vastuullisuudesta. Ymmärrettävästi nämä ohjeet keskittyvät erityisesti tekonurmikenttään eikä niinkään kenttää ympäröivään liikunta-aluekokonaisuuteen tai tontin hulevesien hallintaan – joita tässä raportissa peräänkuulutetaan.





Raportti  
WSP/Oha

18.11.2021

Rev: [Revisio]

[Luokitus]

127

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että Suomessa käytössä olevat yleiset suunnittelu- ja rakennustapaohjeet ovat perusteelliset kentän teknisen toteuttamisen, toimivuuden ja käytettävyyden kannalta. Myös yleisellä tasolla esitetyt tavoitteet ympäristön pilaantumisen ehkäisystä olivat kattavat. Sen sijaan rouheen leviämisen ehkäisyyn tarvitaan täydennyksiä, niin rakenteellisten yksityiskohtien kuin laajempien aluemitoituksivaatimusten osalta. Tekonurmikenttien yleismitoitukseen voidaan käyttää *Yleisurheilukenttien suunnittelu ja rakentaminen -opasta* (Häyrinen 2021), vaikka siinä käsitellään pääosin yleisurheilukenttiä. Ensisijaisesti kannatetaan julkaisun laatimista, joka käsitelisi pelkästään rouhetäyteisten tekonurmikenttien suunnittelua ja hoitoa, jota voitaisiin käyttää aina yleissuunnittelusta rakennussuunnittelutasolle, oli kyseessä uusi kenttä tai vanhan saneeraus.

### 3. Toimenpide-ehdotuksia

Tässä kappaleessa esitetyt toimenpide-ehdotukset tekonurmikentillä käytetyn kumi-rouheen leviämisen ehkäisykeinoiksi on koostettu lähdeluettelossa olevien suomalaisten oppaiden ja ohjekorttien lisäksi seuraavista Ruotsissa, Tanskassa, Norjassa ja Hollannissa tehdyistä selvityksistä ja oppaista:

- Svenska Fotbollförbundet 2018. Broschyr: FOTBOLL, KONSTGRÄS & MILJÖ - En liten skrift om hållbart idrottande. Pdf: [https://fotbollsyta.nu/wp-content/uploads/2018/05/Konstgras\\_Bestallargruppen\\_V6.pdf](https://fotbollsyta.nu/wp-content/uploads/2018/05/Konstgras_Bestallargruppen_V6.pdf)
- Krång, A-S. & Olshammar, M. & Edlund, D. & Hällén, J. & Stenfors, E. & Winberg von Friesen, L. 2019. Sammanställning av kunskap och åtgärdsförslag för att minska spridning av mikroplast från konstgräsplaner och andra utomhusanläggningar för idrott och lek. Naturvårdsverket C359.
- Regnell, F. 2019. Dispersal of microplastic from a modern artificial turf pitch with preventive measures - Case study Bergaviks IP, Kalmar. Ecoloop report.
- Halvorsen, O. 2019. VÄXSJÖ NORDIC CONFERENCE - NFF. Conference presentation (pdf).
- Weijer, A. & Knol, J. & Hofstra, U. 2017. Verspreiding van infill en indicatieve massabalans. BSNC i.s.m. gemeenten Rotterdam, Utrecht, Amsterdam en Den Haag. Sweco Nederland B.V. & SGS Intron B.V.

Lisäksi ehdotuksiin on tehty lisäyksiä hankkeen aikana maastossa tehtyjen havaintojen pohjalta. Toimenpide-ehdotusten luokittelu ja otsikkotasojen nimeäminen on tehty vapaasti soveltaen, eli ne eivät ole suoraan em. lähdeaineiston mukaan käännetty/luokiteltu.



#### Suunnittelu:

- Kaavoitus ja yleissuunnittelu: vältetään uusien kenttien sijoittamista herkän vesistön viereen ja varataan kentille riittävästi tilaa talvikunnossapidolle sekä lumen säilytykseen ja läjitykseen
- Hulevesien määrällinen ja laadullinen hallinta suunniteltava uusille ja olemassa oleville kentille
- Tarkemmissa suunnitelmissa esitetään rouheen leviämistä ehkäisevät rakenteet ja varusteet sekä kiinnitetään huomiota pinnatasauksiin, reuna-alueisiin, päällysteisiin ja kulkureitteihin

#### Tiedottaminen ja kasvatust:

- Tiedotuskanavia mm. nettisivut, sosiaalinen media, koulutuspäivät, tapahtumat ja projektit
- Huomioitava eri toimijat: päätöksentekijät, käyttökilostö, pelaajat, huoltajat ja valmentajat
- Laaditaan kenttäkohtaiset ohjeet, tiedotteet ja infokyltit sekä perehdytetään käyttäjiä niiden noudattamiseen

#### Suojaustoimenpiteet ja -ratkaisut:

- Harja-asetat (jalat ja vaatteet) ja maartilät
- Kaivoihin asennettavat keräimet
- Suodatuskankaat/geotekstiilit pohjarakenteissa
- Suojaestepinnat, lumenläjitysalueet ja suojakaistat
- Kentän, kulkureittien, harja-asettien ja huoltoalueiden ympärille aidat, esteet, reunat, kourut
- Suljetut ja erottelevat hulevesivesijärjestelmät kentille ja reuna-alueille
- Pukeutumistilojen ja suihkujen kaivojen suodattimet

#### Käyttö, ylläpito ja huolto:

- Hyvin rajatut talvikunnossapitoalueet ja -reitit
- Oikea aikaiset huoltotoimet (mm. harjaus kuivalla säällä)
- Huolletaan myös kentän ympäristöä, eli siivotaan ympäristöön levinnyttä rouhetta
- Huoltovälineiden ja -ajoneuvojen puhdistus siten ettei rouhe leviä ympäristöön
- Käytetään suositeltavia kunnossapitovälineitä
- Kaivojen peittäminen huollon ajaksi
- Kaivojen puhdistus ja sakkapesien tyhjennys säännöllisesti

#### Materiaalivalinnat:

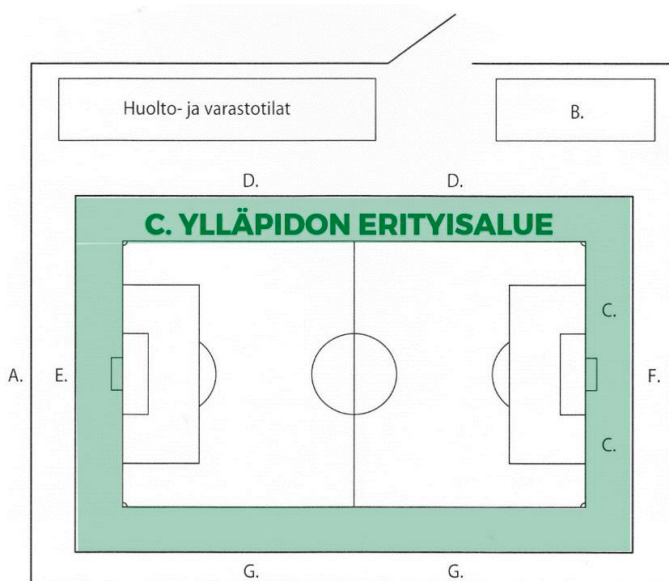
- Rouheen valinta kenttäkohtaisesti, suositaan ympärisölle haitattomia vaihtoehtoja
- Nukkalangan valinta: suositaan ympärisölle haitattomia vaihtoehtoja

#### Menettelytavat ja ohjeet:

- Hankintaohjeet (hankintojen ympäristöoppaat, ympäristöä säästävät hankinnat jne.)
- Lupamenettelyt, ilmoitusvelvollisuudet ym.
- Yleiset määräykset ja ohjeet (RT-kortit, InfraRyl, Palloliitto, Tekonurmioppaat)
- Selkeät operatiiviset vastuut
- Valvonta ja monitorointi

Em. luettelon lisäksi ehdotetaan seuraavia täydennyksiä (lihavoituna) sivulla 4 esiteltyyn Häyrisen (2021) kenttäkaavioon:

- A. Kenttäalueen aita, **jossa alaosassa kiinteä estelevy**
- B. Kentänhoitokoneiden puhdistus **ja lumenläjitysalue, missä hulevesien kolmivaiheinen puhdistus**
- C. Lumen aurauskasat **ja suojavaikasta läpäisevällä päällysteellä. Alueelta poistetaan rouhe säännöllisesti.**
- D. Kenkäharjat ja ritalät
- E. Kenttää ympäröi matala aita, **jossa lumikasoja korkeampi estelevy**
- F. Kenttää ympäröivän alueen pinta kovaa materiaalia. **Alueen hulevesien kaksivaiheinen puhdistus**
- ~~G. Sadevesikaivosuodattimet \*~~



\* Sadevesikaivosuodattimet voivat olla yksi hulevesien käsittelyjärjestelmän osa. Tässä raportissa ei siis suositella niitä ainoaksi hulevesien käsittelyrakenteeksi, vaan yhdeksi osaksi kenttäalueen 2-3 vaiheista hulevesien käsittelyprosessia.



**Raportti**  
WSP/Oha  
18.11.2021

130  
Rev: [Revisio]  
[Luokitus]

---

Helsingissä 18.11.2021  
WSP Finland Oy

Laatinut:

Olli Hakala  
Projektipäällikkö  
Infra

## Viittaukset

Häyrinen, R. 2021. Yleisurheilukenttien suunnittelu ja rakentaminen. Opetus- ja kulttuuriministeriö Liikuntapaikkajulkaisu 115. Rakennustieto.

Infra 66-710123. 2013. Ulkoliikuntapaikkojen tekniset järjestelmät. Rakennustieto.

InfraRYL 2017. InfraRYL Net sivusto URL: <https://www.rakennustieto.fi/infraryl/extra/toimivuusvaatimukset>, kohta: 50000 Liikunta- ja virkistyspaikkojen rakenteiden tekniset toimivuusvaatimukset. Viitattu 16.8.2021. InfraRYL 2017/1. Rakennustieto.

Jäniskangas, T. 2019. Hiekkatekonurmiopas. Opetus- ja kulttuuriministeriö Liikuntapaikkajulkaisu 114. Rakennustieto.

KnowUr.Biz 2021. Tiedoksianto, sähköposti 10.3.2021 info@knowur.biz.

RT 97-11199, Infra 66-710149, LVI 06-10566. 2015. Liikuntapaikkarakentaminen - Ohjeita ja kirjallisuutta. Rakennustieto.

RT 97-11181, Infra 73-710141. 2015. Urheilu- ja pallokenttien huoltotilat. RT-kortti. Rakennustieto.





ISBN 978-952-11-5487-4 (PDF)

ISSN 1796-1726 (verkkoy.)