

Tekonurmien hyötykäytön selvitys

2024



Tekonurmien hyötykäytön selvitys 2024

Projekti	Tekonurmien hyötykäytön selvitys	Ramboll
Vastaanottaja	Espoon kaupunki, Helsingin kaupunki, Lahden kaupunki, Oulun kaupunki, Tampereen kaupunki, Vantaan kaupunki	PL 25 Itsehallintokuja 3 02601 ESPOO
Päivämäärä	13.12.2024	
Laatijat	Ramboll Finland Oy: Heta-Maija Seppälä, Venla Viskari, Kari Mönkäre, Anni Mannonen, Anni Westrup, Jade Skog, Minttu Kymäläinen, Aino-Kaisa Nuotio	P +358 20 755 611 F +358 20 755 6201 https://www.ramboll.com/fi-fi/
Kuvaus	Tekonurmien hyötykäytön selvitys on Espoon, Helsingin, Lahden, Oulun, Tampereen ja Vantaan kaupunkien yhteinen hanke, jossa koottiin tietoa erilaisista tekonurmien käytöstä poistamisen jälkeisistä käsittelyvaihtoehdoista, joita ovat uudelleenkäyttö sellaisenaan, kierrätys materiaalina, energiahyödyntäminen ja loppusijoittaminen kaatopaikalle. Työn taustalla on kasvava tarve käytöstä poistettujen tekonurmien hyödyntämiselle ja hävittämiselle jätelain etusijajärjestyksen periaatteiden mukaisesti. Tekonurmen käyttö on lisääntynyt runsaasti viimeisten vuosikymmenien aikana, ja Suomessa poistetaan käytöstä vuosittain kymmeniä hehtaareja tekonurmea, jonka hyödyntämiselle ja hävittämiselle ole vielä riittävästi vakiintuneita ja toimivia tapoja.	



| plastlife.fi | [#plastlife](https://twitter.com/plastlife) |



LIFE21-IPE-FI-PlastLIFE
PlastLIFE-hanke saa EU:n LIFE-ohjelmasta rahoitusta, jolla hankkeen materiaalit on tuotettu. Materiaalien sisältö edustaa ainoastaan hankkeen omia näkemyksiä, joista CINEA/Euroopan komissio ei ole vastuussa.



Lahti

Helsinki



TAMPERE



Sisältö

1.	TIIVISTELMÄ	3
2.	KÄSITTEET JA LYHENTEET	5
3.	ESIPUHE	6
4.	HANKKEEN ESITTELY	7
4.1	HANKKEEN TAUSTA	7
4.2	TAVOITTEET JA HYÖDYT	7
4.3	MENETELMÄT	8
4.4	TYÖRYHMÄ	8
4.5	RINNAKKAISET HANKKEET	9
5.	LÄHTÖKOHDAT	10
5.1	TEKONURMIEN HISTORIA	10
5.2	TEKONURMIMATON JA -KENTÄN RAKENNE	11
5.3	TEKONURMIEN STANDARDIT	14
5.4	TEKONURMIEN KÄYTÖN NYKYTILA JA TULEVAISUUS SUOMESSA	14
5.4.1	Käyttökohteet	14
5.4.2	Käyttömäärä	16
5.4.3	Käyttöikä	17
5.4.4	Käytön hyödyt ja haitat	18
6.	TEKONURMIEN ELINKAARI	21
6.1	VALMISTUS	21
6.1.1	Tekonurmimatto	21
6.1.2	Täyteaineet	22
6.1.3	Asennus	25
6.2	KÄYTTÖ JA KUNNOSSAPITO	26
6.3	PURKAMINEN	26
6.4	HYÖTYKÄYTTÖ JA LOPPUKÄSITTELY	27
7.	LAINSÄÄDÄNTÖ JA SEN ASETTAMAT REUNAEDOT	28
7.1	JÄTTEEN JA SIVUTUOTTEEN MÄÄRITELMÄ	28
7.2	EI ENÄÄ JÄTETTÄ (EEJ/EOW)	29
7.3	TEKONURMIMATON MATERIAALEJA JA KIERRÄTYSTÄ RAJOITTAVA LAINSÄÄDÄNTÖ	29
7.4	ORGAANISEN JÄTTEEN KAATOPAIKKAKIELTO	31
8.	TEKONURMIEN HYÖTYKÄYTTÖ- JA LOPPUSIJOITUSVAIHTOEHDOT	32
8.1	UUELLEENKÄYTTÖ	33
8.1.1	Tekonurmimaton uudelleenkäyttö	33
8.1.2	Täyteaineiden uudelleenkäyttö	40
8.2	MATERIAALIKIERRÄTYS	41
8.2.1	Mekaaninen kierrätys	42
8.2.2	Kemiallinen kierrätys	45

8.2.3	Esimerkki: Tekonurmimattojen materiaalien kierrätyksen teollinen symbioosi	45
8.3	ENERGIAHYÖDYNTÄMINEN	46
8.3.1	Kustannukset	46
8.3.2	Esimerkki: Liedon kaupungin ja Lounais-Suomen Jätehuolto Oy:n tekonurmen kierrätyshanke 2022	47
8.4	LOPPUSIJOITUS KAATOPAIKALLE	47
8.5	YHTEENVETO TEKONURMIEN HYÖTYKÄYTÖN NYKYTILASTA SUOMESSA	48
9.	TULEVAISUUDEN KIERRÄTYSRATKAISUT SUOMESSA	49
9.1	MATERIAALIKIERRÄTYKSEN VAIHTOEHTOJA	49
9.1.1	Pyrolyysi	49
9.1.2	Materiaalin kehittymisen mahdollistama kierrätys	50
9.1.3	Esikäsittely Suomessa ja jatkokäsittely muualla	50
9.2	MATERIAALIKIERRÄTYKSEN TEOLLINEN SYMBIOOSI SUOMESSA	51
9.3	TEKONURMEN HYÖTYKÄYTÖN HUOMIOIMINEN TEKONURMIEN JA NIIDEN PURKUTÖIDEN HANKINNOISSA	51
10.	JATKOSELVITYSAIHEET	55
11.	LÄHTEET	56

LIITTEET

Liite 1

Tekonurmen elinkaariselvitys LCA-tarkasteluineen, Helsingin kaupunki ja Ramboll

Liite 2

Tekonurmikenttien kierrätyspilotti, Helsingin kaupunki, Metropolia ammattikorkeakoulun opiskelijat Eemeli Kekäläinen, Lauri Jaatinen ja Roope Jernvall

Liite 3

Opinnäytetyö Tekonurmien uudelleenkäytön mahdollisuudet Suomessa, Oskari Heinonen, Turun ammattikorkeakoulu

1. TIIVISTELMÄ

Tekonurmen käyttö on lisääntynyt viimeisen muutaman vuosikymmenen aikana nopeasti ja käyttö lisääntyy todennäköisesti edelleen jonkin verran kaiken tyyppisissä käyttökohteissa liikunta- ja leikkipaikoista yksityispihoihin. Sitä käytetään Suomessa eniten jalkapallokentillä, joissa sitä on yhteensä noin 300-360 hehtaaria. Lisäksi tekonurmea käytetään muilla pelikentillä, leikki- ja liikuntapaikoilla. Kun jalkapallokenttiä puretaan tai uusitaan, niistä syntyy vuosittain noin 20–28 hehtaaria tekonurmijätettä, ja jätteen määrän arvioidaan kasvavan tulevaisuudessa. Käytettyjen tekonurmien uudelleenkäytössä, materiaalikierrätyksessä ja energiahyödyntämisessä on erilaisia haasteita, eikä tekonurmijätettä voi sijoittaa kaatopaikalle. Tämän raportin tavoitteena oli selvittää, mitä vaihtoehtoja käytettyjen tekonurmien hyötykäytölle on, mitä ongelmia niihin liittyy ja miten hyötykäyttöä voitaisiin tulevaisuudessa edistää.

Suomalaiset kunnat ja seurat uudelleenkäyttävät korkeamman laatutason pelikentiltä siirrettyjä käytettyjä tekonurmia yleisesti matalamman laatutason pelikentillä ja muissa kohteissa. Uudelleenkäytöllä on täten merkittävä rooli tekonurmien koko potentiaalın hyödyntämisessä, koska siten tekonurmeen käytetyt materiaalit ja valmistamiseen tarvittu työ hyödynnetään täysimittaisesti. Uudelleenkäyttö on myös taloudellisesti kannattavaa, koska siinä säästetään uuden tekonurmen hankintakulut ja viivästytetään käytetyn tekonurmimaton materiaalikierrätyksestä tai energiahyödyntämisestä aiheutuvia kuluja.

Uudelleenkäyttö ei kuitenkaan ratkaise käytettyjen tekonurmien jäteongelmaa, koska uudelleenkäytönkin jälkeen tekonurmen materiaali olisi tärkeää saada kiertoon. Jos materiaalikierrätys ei onnistu, niin joka tapauksessa tekonurmelle täytyy löytää jokin loppukäsittelytapa. Uudelleenkäyttökohteiden pinta-ala on merkittävästi pienempi kuin uusittavien tekonurmipintaisten jalkapallokenttien pinta-ala, joten todennäköisesti aivan kaikkea tekonurmea ei voida tulevaisuudessakaan käyttää käyttöikänsä loppuun.

Kaikkien tekonurmien uudelleenkäyttäminen käyttöikänsä päähän asti ei ole edes tavoiteltavaa, sillä rakennetun ympäristön laaja pinnoittaminen muovipäälysteillä ei ole hyväksi ihmisille eikä luonnolle. Tekonurmet ovat biologiselta monimuotoisuudeltaan köyhiä. Lisäksi tekonurmen nukasta irtoaa mikromuoveja enenevässä määrin sitä mukaa, kun tekonurmi vanhenee ja kuluu. Uudelleenkäyttö on suositeltavaa tekonurmen koko käyttöiän hyödyntämiseksi, kunhan huomioidaan, että uudelleenkäyttö rajoitetaan ulkona vain niille alueille, joissa tekonurmien ominaisuudet ovat erityisen tarpeellisia ja joissa niitä on vaikea korvata muilla pinnoitteilla. Käytännössä näitä alueita ovat pelikentät ja esteettömyyttä vaativat leikki- ja kuntoilupaidat. Tekonurmien uudelleenkäytössä leikkipaikoilla on lisäksi huomioitava, että tekonurmelle on suositeltavaa teettää haitta-aineanalyysit ennen käyttöönottoa.

Käytettyjen tekonurmimattojen materiaalin kierrättämistä vaikeuttavat maton useat muovilaadut, joilla on eri sulamispisteet. Tulevaisuudessa, mikäli tekonurmimatot voidaan valmistaa vain yhdestä muovista, materiaalikierrätys helpottuu. Suomessa tekonurmimattojen materiaalikierrätys ei ole tällä hetkellä mahdollista, eikä Suomeen ole kannattavaa perustaa omaa kierrätyslaitosta tekonurmille, koska käytettyjen tekonurmien määrä on liian pieni. Suomessa käsitellään kuitenkin nykyisinkin muoveja pyrolyysilaitoksessa, jossa olisi mahdollista käsitellä myös puhtaita, käytettyjä tekonurmia. Laitoksen kapasiteetti ei riitä kuitenkaan tällä hetkellä tekonurmille, ja tekonurmijäte pitäisi voida ensin puhdistaa.

Muulla Euroopassa on tekonurmimateriaalin kierrättämiseen erikoistuneita mekaanisia käsittelylaitoksia, mutta materiaalin kuljettaminen ulkomaille aiheuttaa kustannuksia ja päästöjä ja vaatii

jäte siirtolupaa. Yksi vartenotettava materiaali kierrätyslaitos on Tanskassa sijaitseva Re-Match A/S. Yritys näkee järkeväksi ottaa käsittelyyn tekonurmimattoja ja täyteaineita Suomesta asti, toisin kuin muut lähimmät tekonurmien käsittelylaitokset.

Tekonurmen energiahyödyntäminen ei ole jätelain etusijajärjestyksen mukaista, mutta se on tällä hetkellä ainoa vaihtoehto käytettyjen tekonurmimattojen hävittämiseen Suomessa ja esimerkiksi taustakankaan hävittämiseen muuallakin. Lisäksi se on kaikista mahdollisista hyötykäyttötavoista kustannuksiltaan edullisin. Energiahyödyntämisen haasteena on se, että tekonurmimattoja ei voida polttaa suuren koon ja täyteaineiden takia sellaisenaan ja jätteenpolttolaitokset säännöstelevät niiden vastaanottoa.

Tällä hetkellä kaikki tekonurmien täyteaineet tuodaan Suomeen ulkomailta. Yleisimmät tekonurmien täyteaineet ovat SBR-kumirouhe ja kvartsihiekkä. Kumirouhetäytettä ei saa myydä enää vuoden 2031 jälkeen EU:n REACH-asetuksen synteettisiä polymeerimikrohiukkasia eli mikromuoveja koskevan rajoituksen takia. Tämän vuoksi kumirouhetäytteen käyttö vähenee Suomessa jo nyt pikkuhiljaa, kunnes se jossain vaiheessa loppuu kokonaan. Kumirouheen tilalle kehitellään jatkuvasti uusia, käyttäjille ja ympäristölle entistä haitattomampia täyteaineita. Kokeilussa olevia täyteaineita ovat muun muassa puuruouhe, oliivikivirouhe ja erilaiset pinnoitetut hiekat. Lisäksi kehitellään ja testataan tekonurmimattoja, joissa täyteaineita ei tarvita lainkaan.

Täyteaine muodostaa noin 90 % tekonurmen massasta. Käytettyä täyteainetta muodostuu Suomessa noin 6,5–7 miljoonaa kiloa vuosittain, eli noin 160–175 rekkakuormaa. Ulkomailla kumirouhe ja hiekkä voidaan erotella, puhdistaa ja käyttää uudestaan täyteaineina. Koska ulkomailla on kysyntää käytetyille täyteaineille, tekonurmien mekaanisen kierrättämisen kannattavuus mm. Tanskassa perustuu pitkälti käytetyn ja puhdistetun kumirouheen ja hiekan myymiseen. Suomessakin käytössä olevilla menetelmillä kaikki käytetyt täyteaineet voidaan tarvittaessa käyttää uudestaan uusilla tekonurmikentillä. Suurin osa vanhasta kumirouheesta ja hiekkasta menee kuitenkin polttoon. Uusi, puhdas hiekkä on hinnaltaan niin halpaa, että kysyntää puhdistetulle, kalliimmalle hiekkalle ei ole. Rakennuskohteissa kuitenkin löytyy käyttöä hiekkalle, vaikka se ei olisi täysin puhdasta. Puhdasta, käytettyä hiekkää voidaan myydä esimerkiksi golf-kentille katehiekkaksi. Käytetty muovinsekainen kvartsihiekkä on lähtökohtaisesti jätettä, ja sen hyödyntäminen maarakentamisessa vaatii ympäristölupaa.

Tässä selvityksessä havaittiin, että tekonurmitoimijoilla on erilaisia käsityksiä siitä, miten Suomesta purettavat tekonurmet ja niiden täyteaineet kannattaisi hyödyntää. Selvityksessä kootun tiedon perusteella ei voida vielä sanoa, mikä nykyisistä hyötykäytön vaihtoehdoista olisi ympäristön kannalta parhain. Vaikka käytettyjen tekonurmien energiahyödyntäminen Suomessa on halvempaa kuin kuljetus laivalla materiaali kierrätykseen Tanskaan Re-Match A/S:n laitokselle, niin tämän selvityksen jälkeen olisi vielä hyödyllistä selvittää molempien hyötykäyttöratkaisujen elinkaari vaikutukset ympäristövaikutuksiltaan vähäisimmän vaihtoehdon selvittämiseksi.

2. KÄSITTEET JA LYHENTEET

CINEA

Euroopan ilmasto-, infrastruktuuri- ja ympäristöasioiden toimeenpanovirasto (The European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency)

EEJ (EOW)

Ei enää jätettä (End-Of-Waste), jätteen luokittelun päättyminen jätelain mukaisesti

Energiahöydyntäminen

Jättemateriaalin käyttö energian tuottamiseen (esim. polttamalla)

EPDM-kumi

Etyleenipropyleenidieenikumi

FIFA

Kansainvälinen jalkapalloliitto (Fédération internationale de football)

Green Deal -sopimus

Vapaaehtoinen sopimus valtion ja elinkeinoelämän tai esim. kuntasektorin välillä

Jätteen loppusijoittaminen

Jätteiden sijoittaminen pysyvästi niille varattuun, rajattuun paikkaan (kaatopaikalle)

LCA-tarkastelu

Elinkaariarviointi (Life Cycle Assessment) tarkastelee tuotteen tai palvelun elinkaaren aikana syntyviä ympäristövaikutuksia.

Materiaalikierrätys

Jätteen hyödyntäminen materiaalina, jättemateriaalien hyödyntäminen uusioraaka-aineena

PA

Nailon (polyamidi)

PE

Polyeteeni

PP

Polypropeeni

PlastLIFE-hanke

Suomalainen yhteistyöhanke muovien kiertotalouden edistämiseksi

POP-yhdisteet

Pysyvät orgaaniset yhdisteet (Persistent Organic Pollutants)

SBR-kumirouhe

Styreenibutadieenikumirouhe, synteettinen tekonurmitäyte

TPE-O/TPO/TPU

Termoplastinen elastomeerimuovirouhe

UEFA

Euroopan jalkapalloliitto (Union of European Football Association)

Uudelleenkäyttö

Materiaalin hyödyntäminen uudelleen, kierrätys palauttamalla käytöstä poistetut hyödykkeet uudelleen käyttöön joko sellaisenaan, korjaamalla ne tai muuttamalla niiden käyttötarkoitusta

Esim. pelikäytössä olleen tekonurmen hyödyntäminen leikkipaikan pinnoitteena

3. ESIPUHE

Tekonurmien hyötykäytön selvitys on Espoon, Helsingin, Lahden, Oulun, Tampereen ja Vantaan kaupunkien yhteinen hanke, jossa selvitetään käytöstä poistettavien tekonurmien kiertotalousmahdollisuuksia. Selvitys tukee kaupunkien omaa kestävyys- ja kiertotaloustyötä ja mahdollistaa tekonurmien paremman jatkokäsittelyn tulevaisuudessa.

Tekonurmi ovat hyvin kulutusta kestävä alusta, jota voidaan parhaimmillaan käyttää ympäri vuoden. Tekonurmia hankittaessa ei välttämättä ole mietitty, mitä tehdään käyttöikänsä päähän tulleille kentille. Selvityksen avulla tähän etsitään ratkaisuja.

Tämä selvitys tarjoaa kaupungeille ja kunnille muun muassa eväitä vastuullisten hankintojen kehittämiseen ja tekonurmien kiertotalouden merkityksen ja mahdollisuuksien ymmärtämiseen. Kaikille kenttiä omistaville organisaatioille selvitys voi madaltaa kynnystä ottaa kiertotalous- ja kestävyysnäkökulmat huomioon tekonurmihankinnoissa. Huomioimalla hankintojen kestävyysnäkökohdat on mahdollista merkittävästi vähentää toimintojen ympäristövaikutuksia, kuten energiankulutusta, erilaisia päästöjä, luonnonvarojen kulutusta, haitallisten aineiden käyttöä sekä jätteen määrää. Tekonurmien hyötykäytön selvitys tukee kaupunkien kestävyys- ja kiertotaloustyötä ja nostaa esille näkökohtia, joita meidän tulee huomioida tekonurmien hankinnassa, uudelleen käytössä ja materiaalien kierrättämisessä sekä materiaalin loppukäsittelyssä.

Selvitykseen osallistuneiden tahojen yhteisenä toiveena ja tavoitteena on, että tämä työ toimisi hyvänä alkusysäyksenä pitkäjänteiselle työlle, jota tarvitaan tekonurmien kiertotalouden kehittämiseksi ja tekonurmiin ja niiden kiertotalouteen liittyvien julkisten hankintojen parhaiden käytönteiden löytämiseksi.

Selvitys toteutettiin osana EU:n Life -rahoitteista LIFE21-IPE-FI-PlastLIFE-hanketta. Hankkeessa tuotettujen materiaalien sisältö edustaa ainoastaan hankkeen omia näkemyksiä, joista CINEA/Euroopan komissio ei ole vastuussa.

4. HANKKEEN ESITTELY

4.1 HANKKEEN TAUSTA

Työn taustalla on kasvava tarve löytää menetelmiä käytöstä poistettujen tekonurmien hyödyntämiselle ja hävittämiselle jätelain etusijajärjestyksen periaatteiden mukaisesti. Tekonurmien käyttö on lisääntynyt viimeisen muutaman vuosikymmenen aikana nopeasti, ja käyttö lisääntyy todennäköisesti edelleen jonkin verran kaiken tyyppisissä käyttökohteissa liikunta- ja leikkipaikoista yksityispihoihin. Pinta-alaa tarkastellen eniten tekonurmea käytetään jalkapallokentillä. Tällä hetkellä Suomessa uusitaan vuosittain noin 35 jalkapallokenttää, mistä jää yli noin 20–25 hehtaaria käytettyä tekonurmea (Kekäläinen; Jaatinen; & Jernvall, 2024). Tämän lisäksi käytettyä tekonurmea syntyy muista käyttökohteista kuten muilta pelikentiltä sekä leikki- ja ulkokuntoilupaikoilta. Vuosien aikana tekonurmijätettä kertyy mittava määrä, eikä Suomessa ole tekonurmen hyödyntämiselle ja hävittämiselle vielä riittävästi vakiintuneita ja toimivia tapoja.



Kuva 4-1. Tekonurmea Tampereen Kaupin jalkapallokentällä.

4.2 TAVOITTEET JA HYÖDYT

Työn tavoitteena oli koota tietoa käytöstä poistettujen tekonurmien erilaisista käsittelyvaihtoehdoista, joita ovat uudelleenkäyttö sellaisenaan, kierrätys materiaalina, energiahyödyntäminen ja loppusijoittaminen kaatopaikalle. Tiedon kokoaminen julkiseen käyttöön auttaa tekonurmitoimijoita tulevaisuuden päätöksenteossa ja edistää osaltaan tekonurmien käsittelyä jätelain etusijajärjestyk-

sen mukaisesti. Selvityksen keskeisenä tavoitteena oli myös viestiä tekonurmitoimittajille kaupunkien tarpeesta edistää tekonurmien koko elinkaaren kestävyyttä sekä suosia jatkossa käyttäjille ja ympäristölle haitattomampia tekonurmia ja täyteaineita ja tällä tavoin edistää niiden kehitystä.

4.3 MENETELMÄT

Selvityksen menetelminä olivat kirjallisuusselvitys ja haastattelut. Kirjallisuusselvitys sisälsi perehtymisen suomalaisiin ja ulkomaisiin opinnäytteisiin, tutkimusartikkeleihin, julkaisuihin ja tekonurmien tuotetietoihin sekä asennusohjeisiin. Haastattelut tehtiin 16 koti- ja ulkomaiselle toimijalle, jotka käyttävät, käsittelevät tai voisivat käsitellä tekonurmia. Haastattelujen keskeiset tulokset on kirjattu raporttiin.

4.4 TYÖRYHMÄ

Hankkeen työryhmän jäsenet on esitelty seuraavassa taulukossa (Taulukko 4-1).

Taulukko 4-1. Tekonurmiselvityksen laatimiseen osallistunut työryhmä.

Rahoittavat kaupungit ja yhteyshenkilöt	Muut toimijat, yhteyshenkilöt ja rooli selvitystyössä
ESPOON KAUPUNKI Jarmo Ikävalko	PALLOLIITTO Liiton ja seurojen näkökulma Tero Auvinen
HELSINGIN KAUPUNKI Erik Nyroos ja Reetta Huomo (hankkeen vetäjät), Aki Silvennoinen, Rauna Sarrivaara, Hannu Airola, Oleg Jauhonen, Leona Silberstein, Virpi Nikulainen ja Mikko Suominen	LOUNAIN-SUOMEN JÄTEHUOLTO OY Jätehuollon näkökulma Satu Antola
LAHDEN KAUPUNKI Markku Ahokas ja Alekski Nyström	TURUN AMMATTIKORKEAKOULU Opinnäytetyötoimeksianto Henna Knuutila ja opinnäytetyöntekijä Oskari Heinonen
OULUN KAUPUNKI Mika Puolitaival ja Niina Epäily	SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS Tutkimusnäkökulma ja haitta-aineanalysointi Sari Kauppi, Salla Selonen ja Päivi Fjäder
TAMPEREEN KAUPUNKI Anne Ravaska ja Irina Simola	TURVALLISUUS- JA KEMIKAALIVIRASTO Viranomaisnäkökulma Petteri Talasniemi
Selvityksen toteuttaja	
RAMBOLL FINLAND OY Heta-Majja Seppälä Venla Viskari Kari Mönkäre	Anni Mannonen Anni Westrup Jade Skog

4.5 RINNAKKAISET HANKKEET

Tämän tekonurmien hyötykäytön selvityksen rinnalla ovat valmistuneet erillisinä seuraavat hankkeet:

- Tekonurmen elinkaariselvitys LCA-tarkasteluineen, Ramboll ja Helsingin kaupunki, LIITE 1
- Tekonurmikenttien kierrätyspilotti: Innovaatioprojekti, Kekäläinen Eemeli, Jaatinen Lauri ja Jernvall Roope, Metropolia ammattikorkeakoulu ja Helsingin kaupunki, LIITE 2
- Tekonurmien uudelleenkäytön mahdollisuudet Suomessa, Heinonen Oskari, opinnäytetyö, Turun ammattikorkeakoulu, LIITE 3

Tekonurmen elinkaariselvityksessä laadittiin esiselvitys Helsingin kaupungin tekonurmikenttien elinkaari vaikutuksista. Tarkasteluun valittiin Helsingissä yleisimmin käytössä olevat tekonurmityypit, joita käytetään jalkapallokentillä. Työ kytkeytyi ja yhteensovitettiin tekonurmien hyötykäytös selvitykseen sekä tekonurmikenttien kierrätyspilottihankkeeseen. Tavoitteena oli tuottaa tietoa tekonurmikenttien hankintamenettelyihin sekä lisätä tietoa liikuntapaikkarakentamisen elinkaari vaikutuksista uusien kenttien suunnittelua ja rakentamista varten.

Tekonurmikenttien kierrätyspilottin Innovaatioprojektin tavoitteena oli selvittää, miten muissa Euroopan maissa kierrätetään tekonurmea, ja olisivatko vastaavat prosessit siirrettävissä Suomeen. Pilotissa haastateltiin useita ulkomaisia toimijoita, ja haastatteluiden tulokset on koottu loppuraporttiin (Liite 2). Tämän hankkeen jälkeen Helsingin kaupunki jatkoi Tekonurmikenttien kierrätyspilottia erillisenä hankkeena, jossa viiden käytöstä poistetun tekonurmen jatkokäsittelymenetelmä valittiin kaksivuotisen dynaamisen hankintajärjestelmän avulla. Pilotin tulokset dokumentoidaan vuonna 2025 osana PlastLIFE-hanketta ja niitä hyödynnetään tulevaisuudessa tekonurmien purkuhankinnoissa. Pilotista on kerrottu lisää tämän raportin kappaleessa 8.2.1.3.

Oskari Heinonen selvitti Turun ammattikorkeakoulussa laatimassaan opinnäytetyössä "Tekonurmien uudelleenkäytön mahdollisuudet Suomessa", millaisia uudelleenkäyttöratkaisuja käytöstä poistetuille tekonurmimatoille löytyy Suomesta ja Euroopasta sekä pohti uudelleenkäytön hyötyjä ja haasteita. Työ toteutettiin kirjallisuuskatsauksena ja se on tämän raportin liitteenä nro 3.

5. LÄHTÖKOHDAT

5.1 TEKONURMIEN HISTORIA

Tekonurmet jaetaan kehitysvaiheidensa perusteella kolmeen eri ryhmään, joita kutsutaan yleisesti ensimmäisen, toisen ja kolmannen sukupolven tekonurmiksi. Ensimmäinen tekonurmikenttä tehtiin Yhdysvalloissa vuonna 1964, mutta Suomessa ensimmäisen sukupolven tekonurmet otettiin käyttöön 1970- ja 1980-luvuilla. Toisen sukupolven tekonurmia käytettiin Suomessa 1990-luvulla ja kolmannen sukupolven nurmia 2000 vuodesta alkaen. Suomen Palloliitto hyväksyi tekonurmet pelialustaksi kaikilla sarjatasoilla vuonna 2000. UEFA (Union of European Football Association, Euroopan jalkapalloliitto) hyväksyi tekonurmet pelialustaksi kaikissa kilpailuissa vuonna 2004, ja FIFA (Fédération internationale de football, Kansainvälinen jalkapalloliitto) otti käyttöönsä UEFA:n tekonurmille asettamat vaatimukset vuonna 2005. Vaatimuksista on tarkemmin luvussa 5.3. (Tekonurmiopas, 2011)

Ensimmäisen sukupolven tekonurmia tehtiin aluksi vain sisähalleihin ja materiaalina olivat nailon ja polypropyleeniyhdisteet. Sisähallien tekonurmien käyttö oli monimuotoista eri urheilulajeista messukäyttöön, eikä tekonurmissa huomioitu vielä eri lajien alustavaatimuksia. 80-luvun lopussa jalkapallotekonurmien sekaan alettiin lisätä hiekkatäytettä sekä sisä- että ulkokentillä. Ensimmäisen sukupolven tekonurmien ongelmina olivat muun muassa kentän kovettuminen, hiekan pöyäminen, hiekan kastelusta aiheutuneet kosteusongelmat, pelaajien jalka- ja rasitusvammat sekä kitkan aiheuttamat palovammat. (Tekonurmiopas, 2011)

Toisen sukupolven tekonurmet valmistettiin polyeteenistä tai polypropyleenistä, ja tekonurmen nukkalanke vaihteli suorasta kiharaiseen. Peliominaisuudet paranivat, kun tekonurmimaton alle lisättiin joustokerros, joka oli tehty polyeteenistä tai kumirouheesta. Pöyäminen väheni siirryttäessä hiekkatäytteestä kumirouhetäytteeseen. Tekonurmen liiallinen kitka saatiin myös vähenemään, mutta alusta muuttui luistavan kumirouheen takia jalkapallolle liian liukkaaksi. (Tekonurmiopas, 2011)

Kolmannen sukupolven tekonurmet ovat Palloliiton mukaan peliominaisuuksiltaan lähes hyvän luonnonnurmen kaltaisia (Tekonurmiopas, 2011). Nykyaikaisista tekonurmista kerrotaan lisää seuraavassa kappaleessa 5.2 TEKONURMIMATON JA -KENTÄN RAKENNE.

Nykyisin kehitellään ja testataan myös neljännen, viidennen ja kuudennen sukupolven tekonurmia (SIS Pitches, 2019). Neljännen sukupolven tekonurmet ovat täyteaineettomia, ja sellaista kokeillaan parhaillaan muun muassa Helsingin kaupungin Käpylän liikuntapuiston kentällä (Helsingin kaupunki, 2024). Viidennen ja kuudennen sukupolven tekonurmet ovat vasta varhaisen kehittelyn asteella (SIS Pitches, 2019).



Kuva 5-1. Käpylän liikuntapuiston täyteaineeton jalkapallotekonurmi asennettiin syksyllä 2024. Tekonurmimatto asennettiin ensin kokonaan ilman täyteainetta, mutta siihen jouduttiin lisäämään jonkin verran hiekkatäyttöä, jotta matto saatiin pysymään paikoillaan. Tämän tyyppisiä tekonurmia kutsutaankin hiekkastabiloiduiksi, täyteaineettomiksi jalkapallotekonurmiksi. (Helsingin kaupunki, 2024). Kuva Ramboll.

5.2 TEKONURMI MATON JA -KENTÄN RAKENNE

Tekonurmikenttä koostuu vettä läpäisevästä tekonurmimatosta, maton nukan väliin mahdollisesti lisättävistä täyteaineista, maton alle mahdollisesti asennettavasta joustokerroksesta sekä maton alla olevista rakennekerroksista ja kuivatusrakenteista (Kuva 5-3). Rakennekerrosten mitoitus tehdään maaperän kantavuuden ja routivuuden perusteella ja niiden paksuutta voidaan ohentaa käyttämällä routaeristeitä. Tekonurmikentällä saattaa olla myös lämmitys kentän sulana pitoa varten ja sadetus kitkan vähentämiseksi. Lisäksi jäädytettävillä tekonurmikentillä voi olla jäädytysputkistot tekonurmen alapuolisessa tasauskerroksessa.

Tekonurmimatto koostuu vettä läpäisevästä taustakankaasta ja siihen ommeltavasta nukkalanangasta. Nukkalangat voivat olla eri pituisia, suoria tai kiharoita ja eri värisiä käyttötarkoituksen mukaan. Tekonurmimaton materiaaleja esitellään tarkemmin kappaleessa 6.1.1 Tekonurmimatto. Viime vuosina markkinoille on tullut myös niin kutsuttuja hybriditekonurmia, joissa luonnonnurmi kasvaa harvan tekonurmimaton nukan välistä. Hybriditekonurmet soveltuvat kulutukselle alttiisiin kohteisiin, mutta toistaiseksi suhteellisen vähäisen käytön takia niitä ei huomioida tässä selvityksessä erikseen.

Täyteaine voi olla esimerkiksi kumi- tai muovirouhetta, hiekkaa tai biopohjaista rouhetta. Erilaisia täyteainemateriaaleja esitellään tarkemmin kappaleessa 6.1.2. Täyteaineen tehtävänä on pitää tekonurmimatto paikoillaan ja lisätä alustan joustavuutta. Sitä voi olla kaksi kerrosta, joista alempi on stabiloiva kerros ja ylempi on kentän joustoa ja peliominaisuuksia parantava kerros (Tekonurmiopas, 2011). Stabiloiva kerros on tavallisesti pyörästettyä kvartsihiekkää ja ylempi kerros synteettistä tai orgaanista täyteainetta, kuten kumirouhetta. (Kauhala-Lundberg, 2024) Täytekerroksen oikea paksuus takaa pelaajien optimaalisen suorituskyvyn ja kentän kestävyuden. Sen ominaisuudet vaikuttavat myös suoraan pallon liikeratoihin kentällä. (Magnusson & Mácsik, 2020).

Täyteaineen määrä vaihtelee tekonurmityypin ja käyttötarkoituksen mukaan, ks. Taulukko 5-1. Täyteaine muodostaa kuitenkin noin 90 prosenttia tekonurmikentän massasta. Keskimäärin 60 % tekonurmen massasta on täyteainehiekkaa ja 30 % kumirouhetta. Tekonurmimaton massa on vain

10 % kokonaismassasta, ja siitä 6 % muodostuu tekonurmen nukasta ja 4 % tekonurmen taustasta ja sen liimasta. Täysimittainen jalkapallotekonurmi painaa kuivana noin 220 000 kg, josta 132 000 kg on hiekkaa, 66 000 kg kumirouhetta, 13 000 kg nukkaa ja 9 000 kg taustakangasta ja liimaa. (Re-Match, 2024)



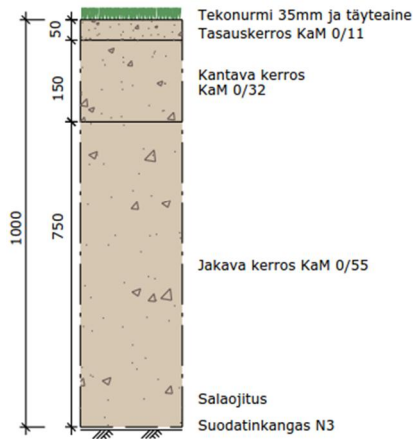
Kuva 5-2. Lähikuva tekonurmimatosta, täyteaineesta ja maton alapuolisesta joustokerroksesta. (Kuva: Unisport-Saltex Oy)

Tässä selvityksessä ei käsitellä tarkemmin tekonurmimatons alapuolisia kerroksia, mutta tekonurmpinnoitteen vaatiman rakenteen kokonaiskuvan muodostamiseksi alla on yleispiirteiset kuvaukset niistä.

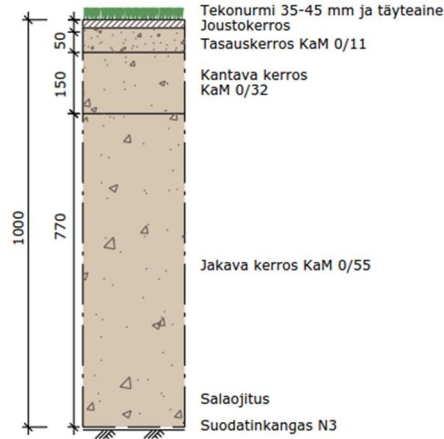
Kansainvälisten jalkapallojärjestöjen UEFA:n ja FIFA:n jalkapallokentille asettamien vaatimusten täyttämisen edellyttää joustokerrosta. Sen tehtävänä on parantaa peli- ja leikkialustojen iskunvaimennuskykyä, ja se voidaan rakentaa polyeteeni-solumuovi- tai polyuretaani-vahtomuovilevyistä tai valaa paikan päällä polyuretaanista ja vanhoista autonrenkaista tehdystä styreenibutaadienikumista eli SBR-kumista (Alanen, 2020).

Tekonurmimatons alla olevat rakennekerrokset tehdään yleensä raekooltaan erilaisista kalliomurskeista ja suodatinkankaasta (Kuva 5-3). Niiden tehtävänä on parantaa kentän kantavuutta. Kerrosten paksuus riippuu valmiille tekonurmpinnalle asetetuista vaatimuksista ja pohjamaan kantavuudesta sekä routivuudesta. Kerrosten paksuutta voidaan vähentää käyttämällä routaeristeitä. Suodatinkangas estää eri materiaaleja sekoittumasta toisiinsa, ja kangas voidaan korvata myös suodatinhiekkakerroksella. Rakennekerrosten kuivatus toteutetaan yleensä salaojilla ja salaojakaivoilla, ja kuivatuksen tarkoituksena on osaltaan vähentää alustan routimista ja parantaa kantavuutta.

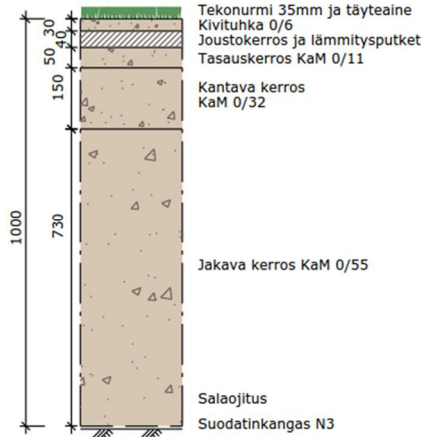
RAKENNEKERROKSET
JALKAPALLOKENTTÄ



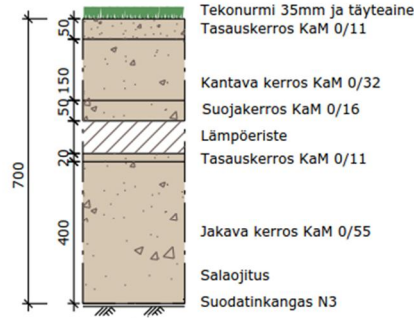
RAKENNEKERROKSET
JALKAPALLOKENTTÄ, JOUSTO



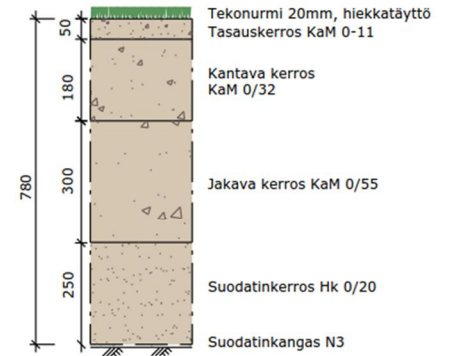
RAKENNEKERROKSET
JALKAPALLOKENTTÄ, LÄMMITYS



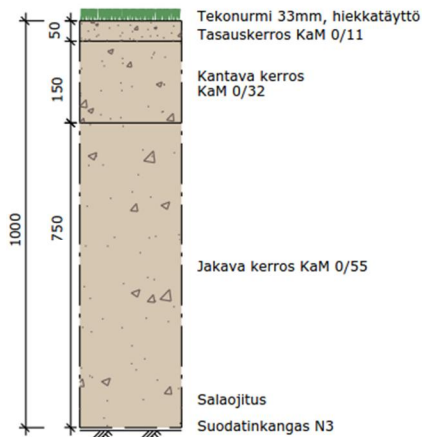
RAKENNEKERROKSET
JALKAPALLOKENTTÄ, ERISTYS



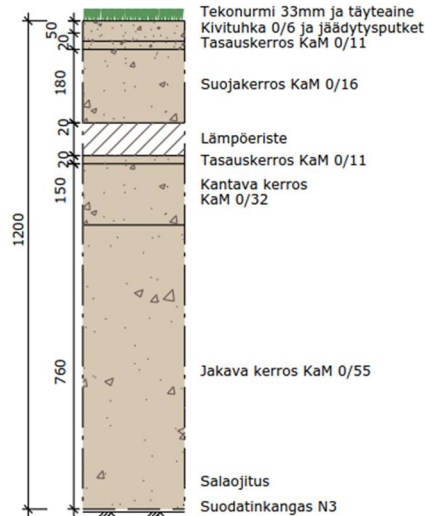
RAKENNEKERROKSET
ULKOLIIKUNTA-ALUE



RAKENNEKERROKSET
PESÄPALLOKENTTÄ



RAKENNEKERROKSET
PESÄPALLOKENTTÄ, JÄÄDYTYS



Kuva 5-3. Esimerkkejä erilaisten tekonurmikenttien rakenteista. Tekonurmen ja sen alapuolisten rakennekerrosten paksuus määräytyy kentän laadulle asetettujen tavoitteiden ja pohjamaan kantavuuden ja routivuuden mukaan. Lähde: Ramboll.

5.3 TEKONURMI EN STANDARDIT

FIFA Quality ja FIFA Quality Pro -standardit ovat osa FIFA:n laatu prosessia, jolla varmistetaan tuotteiden, kuten jalkapallojen ja tekonurmien, toimivuus, turvallisuus ja kestävyys. Molempiin standardeihin kuuluu tuotteiden laboratorio- ja kenttätestaukset, joissa keskitytään muun muassa materiaalikoostumukseen ja saumojen lujuuteen. FIFA suorittaa myös satunnaisia tarkastuksia varmistamaan asennettujen kenttien laadun ylläpitämisen. (Inside FIFA, 2024)

FIFA Quality -standardi koskee ensisijaisesti harrastetason jalkapalloa. Standardin tekonurmien laatua mittaavissa testeissä arvioidaan esimerkiksi pallon ja pinnan välistä vuorovaikutusta, säänkestävyyttä ja pelaajien turvallisuutta. Testin läpäisseet tekonurmikentät ovat kestäviä ja sopivia intensiiviseen käyttöön eri sääolosuhteissa. (Inside FIFA, 2024 a) Suomessa FIFA Quality-standardin läpäisseitä kenttiä on 7 kpl (Inside FIFA, 2024 b).

FIFA Quality Pro on korkeampi standardi, joka on suunnattu ammattilastason jalkapalloseurille. Sen tiukemmilla testeillä varmistetaan, että tekonurmet tarjoavat parhaat mahdolliset olosuhteet pelaamiselle suorituskyvyn ja turvallisuuden näkökulmasta jäljitellen hyvin hoidetun luonnonnurmen suorituskykyä. Testeillä arvioidaan muun muassa kentän tasaisuutta, pallon käyttäytymistä ja pelaajan ja pinnan välistä vuorovaikutusta. (Inside FIFA, 2024 a) Suomessa FIFA Quality Pro-standardin läpäisseitä kenttiä on 13 kpl (Inside FIFA, 2024 b).

5.4 TEKONURMI EN KÄYTÖN NYKYTILA JA TULEVAISUUS SUOMESSA

5.4.1 Käyttökohteet

Tekonurmea käytetään ulkoalueilla ja sisätiloissa erilaisilla pelikentillä, yleisurheilukentillä, leikkijä ulkokuntoilupaikeilla sekä koirien esteratakilpailussa eli agilityssa. Tekonurmea käyttäviä pelejä ovat jalkapallon lisäksi muun muassa pesäpallo, amerikkalainen jalkapallo, tennis, rugby ja lacrosse. Tekonurmea käytetään jonkin verran myös golfkentillä, minigolfradoilla ja frisbeegolfin heittopaikoilla ja korien alla sekä ulkoalueiden maisemoinnissa ja eroosiosuojana esimerkiksi kulutukselle alttiissa rinteissä. Lisäksi tekonurmea voidaan käyttää yksityispihoilla nurmikon tilalla tai mattona esimerkiksi terasseilla ja parvekkeilla. Tekonurmimaton ominaisuudet, täyteaineet ja sen alpuoliset rakenteet vaihtelevat käyttötarkoituksen mukaan, ks. Taulukko 5-1. Jalkapallokenttien tekonurmi on useimmiten väriltään vihreää, mutta muiden lajien pelikentillä, leikkipaikoilla ja ulkokuntoilualueilla käytetään myös muita värejä maanläheisistä hyvinkin kirkkaisiin väreihin.

Taulukko 5-1 Esimerkkejä tekonurmien ominaisuuksista käyttökohteittain (Unisport, 2024 b) (Palloliitto, 2024 b) (Pesäpallokentän tekonurmipinnoitteen vaatimukset, 2011).

Käyttökohde	Nukan pituus (mm)	Täyteainevaihtoehto	Täyteaineen määrä kg/m ²	Erytyspiirteet
Agilityhalli	24–40	SBR-kumirouhe, päällystetty mineraali, ei täyteainetta	10–24	Joustokerros mahdollinen. Tekonurmen asennus kivituhkalle tai betonilattialle.
Jalkapallokenttä	35–60	kvartsihiekkä + SBR-kumirouhe, SBR-kumirouhe, EPDM-kumirouhe, TPE-O-muovirouhe, kvartsihiekkä	6–15	Väri yleensä vihreä. Nukan pituus vaihtelee riippuen joustokerroksesta. Tekonurmen asennus kivituhkan tai asfaltin päälle. Joustokerros, sadetus, lämmitys ja jäädytysputkistot mahdollisia.
Leikkipaikka	20–24	kvartsihiekkä	27	Joustokerros vaaditaan tiettyjen kriteerien täytyessä
Ulkokuntoilu- paikka	20	kvartsihiekkä	27	Joustokerros vaaditaan tiettyjen kriteerien täytyessä
Maisemointi	30–70	kvartsihiekkä, ei täyteainetta	10–15	Väri vihreä. Nukan seassa voi olla ruskeita, suorja ja kiharia lankoja tuomassa aidomman oloista ulkonäköä.
Padelkenttä	10	kvartsihiekkä, päällystetty mineraali	4–15	Useita väri vaihtoehtoja. Asennus kivituhkan, asfaltin tai betonin päälle.
Pesäpallokenttä	32–33	kvartsihiekkä	45	Kentän täytyy olla riittävän kova ja kestää kovaa kulutusta. Nukan täytyy olla liukasta ja sitä jätetään näkyviin täytön ylle 3–5 mm.
Tenniskenttä	20	kvartsihiekkä	15–20	Useita väri vaihtoehtoja. Nukka polyeteeniä. Nukkaa jätetään näkyviin täytön ylle 2–3 mm. Tekonurmen asennus kivituhkan tai asfaltin päälle.



Kuva 5-4. Tekonurmea Hakkarin yleisurheilukentällä Lempäälässä.

5.4.2 Käyttömäärä

Tekonurmipintaisten pelikenttien määrä on lisääntynyt Suomessa hyvin nopeasti viimeisen vuosikymmenen aikana. Esimerkiksi Helsingissä oli vuonna 2006 yhteensä 10 tekonurmikenttää ja vuonna 2008 kenttiä oli yhteensä jo 45 (Palloliitto, 2024 b). Vuonna 2024 Helsingissä oli 80 tekonurmikenttää, joista suurin osa on jalkapallokenttiä, mutta joukossa on myös muita pelikenttiä (Helsingin kaupunki, 2024). Suomen mittakaavassa uusia jalkapallotekonurmikenttiä rakennetaan 20–25 kentän vuosivauhdilla (Palloliitto, 2024 b). Jalkapallokentillä onkin suurin tekonurmen yhteispinta-ala kaikista tekonurmien käyttökohteista. Paitsi että jalkapallokenttiä on lukumäärällisesti paljon, ne ovat myös pinta-alaltaan suuria: Suomessa pelikentän minimikoko on 95 x 55 metriä, jolloin pinta-ala on 5 225 m². Suositeltava pelialueen koko on 105 x 68 metriä, jolloin sen pinta-ala on 7 140 m². (Jalkapallon kenttä- ja hallimääräykset, 2024) Pelialueen lisäksi sen ympärillä tulee kuitenkin olla vielä vähintään yhden metrin turva-alue. Esimerkiksi Helsingin kaupungin kentillä turva-alue on yleensä vähintään kaksi metriä, ja kenttää ympäröivät aidat vähintään 2,5 metrin etäisyydellä pelialueesta (Helsingin kaupunki, 2024). Koska tekonurmi asennetaan aitalinjaan saakka tai sitäkin ulommas, tekonurmen kokonaispinta-ala tällaisella suositeltavan kokoisella kentällä on yli 8000 m². Vuonna 2022 Suomessa oli noin 450 jalkapallotekonurmikenttää, joiden yhteispinta-ala oli noin 360 hehtaaria (Raitis, 2022). Tällä hetkellä Suomessa uusitaan enimmillään noin 35 jalkapallokenttää eli noin 20–28 hehtaaria tekonurmea (Kekäläinen; Jaatinen; & Jernvall, 2024). Samalta pinta-alalta syntyy noin 6,5–7 miljoonaa kiloa käytettyä täyteainetta.

Jalkapallokenttien lisäksi tekonurmea käytetään huomattavia määriä muilla pelikentillä, kuten pesäpallo-, rugby- ja tenniskentillä. Suomen agilityhalleissa tekonurmea on arviolta yhteensä noin 2 hehtaaria (Palloliitto, 2024 b). Ulkoleikki- ja ulkokuntoilupaikoilla tekonurmea asennetaan nykyisin lähes jokaiseen kohteeseen vähintään muutaman välineen alle esteettömyysvaatimusten takia. Keskusta-alueilla leikki- tai kuntoilupaikka voidaan pinnoittaa kokonaan tekonurmella sen siisteyden ja vähäisemmän kunnossapitotarpeen takia.

Yleisesti voidaan todeta, että tekonurmen määrä Suomessa lisääntyy edelleen lähivuosina. Uusia pelikenttiä rakennetaan ja vanhoja kenttiä muutetaan tekonurmipintaisiksi sekä vanhojen kenttien tekonurmia siirretään hyödynnettäväksi muissa kohteissa. Vastaavasti tekonurmen käyttö lisääntyy koulujen- ja päiväkotien ja puistojen pelikentillä ja ulkoleikki- ja ulkokuntoilupaikoilla. (Espoon kaupunki, 2024) (Helsingin kaupunki, 2024) (Oulun kaupunki, 2024) Lisäksi tekonurmet yleistyvät myös yksityispihoissa helppohoitoisuutensa ja toimivuutensa takia (Grönholm, 2024).

Tekonurmella pinnoitetun alan lisääntyminen ei ole kuitenkaan pelkästään hyvä asia, vaikka se mahdollistaa monipuolisesti eri toimintoja vaihtuvissa sääolosuhteissa. Muovipinnoitteena tekonurmen käyttöä on aina syytä harkita huolellisesti ja rajata käyttö vain niihin kohteisiin, joissa sen ominaisuudet katsotaan erityisen tärkeiksi. Muovipinnoitteesta aiheutuu aina mikromuovipäästöjä, ja elottomana pinnoitteena se ei ole haitaton ympäristölle eikä ihmisille.



Kuva 5-5. Jukolan lähiliikuntapaikan koripallokenttä Hämeenlinnassa.

5.4.3 Käyttöikä

Tekonurmen keskimääräinen käyttöikä jalkapallokentällä on noin 8–10 vuotta. Kovimmalla kuluksella olevat alueet, kuten maalien edustat, tarvitsevat korjausta useimmiten jo aiemmin. Kovalla kuluksella olevat, korkeatasoiset tekonurmet voidaan joutua uusimaan jopa 3 vuoden välein. Toisaalta kevyessä käytössä tekonurmen käyttöikä voi olla huomattavasti keskimääräistä pidempi, esimerkiksi 15 vuotta. (Helsingin kaupunki, 2024)

Korkean tason jalkapallokenttiä testataan määrävälein, jolloin kenttä saa FIFA:n hyväksynnän esimerkiksi Veikkausliigan käyttöön. Testeihin kuuluu esimerkiksi pallon pomppaaminen kentän pinnasta, pallon pyöriminen nurmen pinnalla, kentän iskunvaimennus ja pinnan tasaisuuden arviointi (Inside FIFA, 2024). Jos kenttä ei läpäise testejä, tekonurmi on vaihdettava. Matalamman tason kohteissa tekonurmen käyttöiän päättymisen voidaan havaita silmämääräisesti maton nukan haperumisesta ja maton repeilystä (Helsingin kaupunki, 2024).

Kentän kuluneimmissa kohdissa tekonurmimatto voidaan myös vaihtaa paloittain. Silloin on järkevää irrottaa paikattavalta kentältä, pelialueen ulkopuolelta korjauksessa käytettävä palanen, koska se on saman ikäistä ja kuntoista kuin muu kenttä. Jos keskelle vanhaa kenttää asennetaan täysin uusi korjauspala, se erottuu ominaisuuksiltaan ja vaikuttaa pelituntumaan. Korjaajan tulee kenttäkohtaisesti arvioida, mistä kohtaa paikkapala kannattaa leikata, jotta pelialue säilyy mahdollisimman hyvälaatuisena. (Lappset Oy, 2024 a) Kilpakentille paikkausta ei kuitenkaan suositella, ja sertifioituilla kentillä se ei ole sallittua (Saltex, 2024 b).

5.4.4 Käytön hyödyt ja haitat

Pelikentillä tekonurmen vaihtoehtoina ovat luonnonnurmi ja harrastustason kentillä kivituhkapinta. Tekonurmen yleistyminen pelikentillä perustuu sen toimivuuteen, kestävyYTEEN ja tasalaatuisuuteen eri vuodenaikoina, koska se ei kulu, pehmene eikä mutaannu runsassateisina ajanjaksoina vaan pidentää pelikautta sekä keväällä että syksyllä. Jos tekonurmelta aurataan lumet pois tai jos alustaan on asennettu lämmityskaapelit, sitä voidaan käyttää talvellakin. Luonnonnurmeen verrattuna tekonurmea ei tarvitse leikata eikä lannoittaa, mikä voi vähentää työmäärää, kunnossapidon kustannuksia ja ravinnepäästöjä. Toisaalta aktiivisessa pelikäytössä tekonurmikin joudutaan vähintään harjaamaan ja lanaamaan viikoittain. Kivituhkapintaan verrattuna tekonurmen peliominaisuudet ovat monin tavoin paremmat pienemmän kitkan ja suuremman joustavuuden takia. Muun muassa koulujen pelikentillä tekonurmen on usein havaittu lisäävän lasten välituntiliikuntaa ja kenttien käyttöä (Helsingin kaupunki, 2024) (Espoon kaupunki, 2024).

Leikki- ja ulkokuntoiluvälineiden alustavaihtoehtoina ovat muun muassa turvasora, turvahake, kivituhkapinta ja erilaiset turvakumialustat. Tekonurmen etuina turvasoraan ja -hakkeeseen nähden ovat sen siisteys, vähäisempi kunnossapitotarve ja esteettömyys. Sora ja hake leviävät käytön aikana viereisille pinnoille ja tarttuvat käyttäjien vaatteisiin. Soraa ja haketta käytettäessä leikkivälineiden alle muodostuu nopeasti kuopat, jotka kunnossapidon tulee säännöllisesti tasata ja täyttää leikkivälineiden turvallisuuden takaamiseksi. Pehmeinä pinnoitteina ne eivät mahdollista esimerkiksi pyörätuolilla kulkemista. Kivituhkapintaa voidaan puolestaan käyttää vain, jos leikki- tai kuntoiluvälineen alustalta ei vaadita suurta joustoa, eli jos välineestä ei ole mahdollista pudota korkealta.



Kuva 5-6. Leikkipaikan keinujen alla on turvahake, jota ympäröivät eri väriset tekonurmialueet. Turvahake leviää lasten jaloissa ympäröiville pinnoille.

Leikki- ja kuntoilupaikkojen tekonurmipintaisia turva-alustoja ja erilaisia turvakumialustoja yhdistää niiden kumista valmistettu joustokerros, joka voi olla paikan päällä valettua kumimassaa tai

koottu kumilaatoista. Kumimassan valaminen on sääolosuhteille herkkää, ja tavoitellut jousto-ominaisuudet voivat jäädä toteutumatta liian kylmässä tai kosteassa säässä valettaessa. Kumilaattoja ja tekonurmipintaa käytettäessä ei tarvitse huolehtia kumipinnan valuvioista, millä on Suomen ilmastossa paljon merkitystä.

Maisemointikäytössä tekonurmimatolla voidaan luoda helppohoitoista vihreyttä paikkoihin, joihin ei voi istuttaa luonnonnurmea tai joista luonnonnurmi kuluisi käytön tai eroosion takia pois. Tällaisia paikkoja ovat muun muassa erilaiset kansirakenteet, joissa kantavuus ei salli raskaita kasvualustoja ja esimerkiksi päiväkotien ja koulujen pihat, joissa kulutus on niin suurta, ettei nurmikko menesty niissä.

Tekonurmien käytön haittapuolina irronnut nukka ja synteettiset täyteaineet kulkeutuvat kentän ulkopuolelle huleveden ja tuulen mukana, kunnossapitotöissä, kuten lumen aurauksessa, ja esimerkiksi tarttumalla käyttäjien vaatteisiin. Täyteaineet ja nukka aiheuttavat merkittävät mikromuovipäästöt maahan ja vesistöihin. Kumirouhetäyttö on arvioitu Suomen toiseksi suurimmaksi mikromuovipäästöjen lähteeksi tieliikenteen rengaskuluman jälkeen. Vuotuisten päästöjen määräksi on arvioitu 1 000–6 000 tonnia, minkä lisäksi nukkalangasta saattaa aiheutua karkean arvion mukaan noin 4 tonnin vuotuiset mikromuovipäästöt. (Setälä & Suikkanen (toim.), 2020) Tekonurmikenttien mikromuovipäästöjen vähentämiseksi on kuitenkin laadittu toimenpide-ehdotukset [Suomen ympäristökeskuksen raportissa 24/2022, s. 43.](#)

Tekonurmimateriaali ja täyteaineet voivat sisältää terveydelle ja ympäristölle haitallisia aineita, jotka voivat vaikuttaa käyttäjien terveyteen muun muassa ihokosketuksen tai hengityksen kautta ja aiheuttaa ympäristön saastumista. Tekonurmimatoissa käytetään esimerkiksi UV-suoja-aineita ja palonsuoja-aineita, joista jälkimmäiset voivat olla POP-yhdisteitä (Persistent Organic Pollutants, pysyvät orgaaniset yhdisteet). Kumirouhe puolestaan sisältää PAH-yhdisteitä (polysyklinen aromaattinen hiilivety).

Ympäristön kannalta haittapuolia ovat myös tekonurmella peitetyn pinta-alan biologisen monimuotoisuuden katoaminen: hyvällä tekonurmella ei kasva mitään, ja maton alla olevassa maaperässä on hyvin vähän mitään eliötoimintaa. Tällä on vaikutusta myös ihmisten terveyteen, sillä kosketuksen runsaasti eliötoimintaa sisältävään maaperään ja lahoavaan kasviainekseen on todistettu vähentävän muun muassa allergioiden, astman, atopian ja 1-tyyppin diabeteksen riskiä (Sinkkonen, 2024). Tekonurmipinta haihduttaa ja pidättää sadevettä oletettavasti vähemmän kuin luonnonnurmi, mutta ne molemmat suunnitellaan läpäisemään vettä nopeasti, jolloin ne lisäävät osaltaan rakennettujen alueiden hulevesien määrällisen ja laadullisen hallinnan tarvetta. Lisäksi tekonurmien käytön haittapuolena on tekonurmimateriaalin toistaiseksi huono kierrätettävyyys ja materiaalin hävittämisen hankaluus Suomessa.



Kuva 5-7. Kumirouhetta ja irronnutta nukkalankaa kulkeutuu kunnossapitotöissä helposti tekonurmikentän ulkopuolelle, josta sitä on vaikeaa kerätä talteen.

6. TEKONURMEN ELINKAARI

6.1 VALMISTUS

6.1.1 Tekonurmimatto

Tekonurmea on valmistettu 1960-luvulta lähtien ja taustamateriaalina on käytetty monia materiaaleja juutista muoviin. Nykyään taustana käytetään usein polypropeenaa. (CCGrass, 2021) Keski-Euroopassa taustaliimana käytetään lateksia, mutta Pohjoismaissa sen tilalla käytetään polyuretaaniliimaa (Lappset Oy, 2024 a).

Tekonurmimaton nukka voidaan valmistaa nailonista (PA), polypropeenista (PP) tai polyeteenistä (PE), joka on nykyisin yleisin valmistusmateriaali (CCGrass, 2021).

Polypropeenin etuja ovat alhainen hinta ja lämmönkestävyys, joten se sopii käytettäväksi ulkotiloissa, joissa on runsasta auringolle altistumista, kunhan siihen lisätään ultraviolettisäteilyn kestäviä polymeerejä valmistusprosessin aikana. PP-kuidut eivät kuitenkaan ole yhtä kestäviä kuin PE-kuidut, eivätkä ne siksi sovellu käytettäväksi yhtä kovalla käytöllä olevissa tekonurmissa. Vaikka polypropeenaa voidaan yhdistää muihin materiaaleihin sen kestävyuden ja UV-kestävyyden lisäämiseksi, polypropeenaa käytetään yleisesti nurmituotteissa, joita ei ole tarkoitettu pitkäaikaiseen käyttöön. (ReTurf, 2023)

Nailonia on käytetty tekonurmessa pisimpään näistä kolmesta materiaalista. Se on erittäin kestävä ja joustava materiaali, josta tehty nukka nousee takaisin pystyyn vaatimatta paljon harjausta. Se kestää hyvin UV-säteilyä, joten se säilyttää värinsä erittäin hyvin auringossa. Lisäksi nailon kestää paremmin lämpöä kuin PE. Nailonnukka on kuitenkin kovempaa kuin PE- tai PP-nukka, mikä vaikuttaa käyttömukavuuteen. Se hylkii myös vähemmän kosteutta kuin muut materiaalit ja on muita materiaaleja kalliimpaa. (ReTurf, 2023)

Tekonurmen valmistus on monivaiheinen prosessi, jossa käytetään erityistä teknologiaa ja materiaaleja kestävä ja luonnonmukaisen näköisen nurmen luomiseksi. Valmistusprosessi alkaa nukkalangan raaka-aineiden, kuten polyeteenin ja polypropeenin, käsittelyllä. Lankaa on kahta eri tyyppiä: monofilamentista eli yksipalakuidusta tehtyä nukkalankaa ja fibrilloitua eli säikeistettyä nukkalankaa. Monofilamenttilanka valmistetaan ekstruusiomenetelmällä, jossa raaka-aine sulatetaan ja vedetään ohuiksi säikeiksi, joista muodostetaan nurmen yksittäiset kuidut. Fibrilloitu nukkalanka valmistetaan viiltämällä leveämmästä muoviliuskasta nauhoja ja säikeistämällä ne verkkomaiseksi langaksi. (Alanen, 2020) Fibrilloidun nukkalangan käytöstä luovuttiin lähes kokonaan yli kymmenen vuotta sitten, koska säikeistettynä ja ohuena se hajoaa ikääntyessään pieniksi palasiksi aiheuttaen monofilamenttia runsaammin mikromuovipäästöjä. Viime vuosina nukkalangat on tehty monifilamenteista, koska se on kestävämpää. (Lappset Oy, 2024 a)

Nukkalangan valmistuksen jälkeen langat kudotaan tai tuftataan taustakankaaseen tuftauskoneilla, jotka kiinnittävät kuidut tiheästi pohjamateriaaliin muodostaen yhtenäisen nurmipinnan. Taustakankaan päälle lisätään myöhemmin useita kerroksia liimaa ja stabilointiaineita, mikä antaa tekonurmelle sen kestävyuden ja pehmeuden. Lopuksi tekonurmi viimeistellään ja leikataan halutun kokoiseksi ennen sen asennusta. (How & What Is Artificial Grass Made out of | Artificial Grass Manufacturing, 2024)

Suomessa on useita tekonurmitoimittajia, mutta vain yksi tekonurmia valmistava tehdas.

6.1.1.1 Uudet materiaalit ja innovaatiot

Tekonurmimaton pohjaliimassa käytetty lateksipohjainen liima on mahdollista korvata esimerkiksi polyuretaanipohjaisella liimalla, joka on helpommin kierrätettävissä ja jonka käytöstä syntyy jopa 30 % vähemmän raaka-ainehukkaa (Unisport, 2024 a). Pohjoismaissa lateksi onkin jo korvattu polyuretaanipohjaisella liimalla ja taustakankaana käytetään yleensä PP-muovia. (Lappset Oy, 2024 a)

Mikromuovipäästöjä tekonurmimatoista voidaan vähentää korvaamalla pohjakankaissa käytetty fleecce muilla materiaaleilla tai kehittämällä lankoja, jotka eivät vaadi sidoslankaa. Sidoslankaa käytetään tekonurmen valmistamisessa nurmen ompelemiseksi taustaan. Tekonurmen tuotannossa kuidut voidaan joko sitoa suoraan toisiinsa tai sitoa ne yhteen muovisella sidoslangalla. Sidoslankojen käyttö on siis tuotantotavasta riippuvaista. Sidoslangat hajoavat suurelta osin jo kentän asennuksessa sekä käytön alkuvaiheissa, mikä aiheuttaa mikromuovipäästöjä. Täysikokoisella jalkapallokentällä on noin 500 kg sidoslankoja. (Unisport, 2024 a)

Kumisista ja muovisista täyteaineista luopumiseksi on myös kehitetty täyteaineetonta tekonurmea, eli niin kutsuttua neljännen sukupolven tekonurmea. Sen nukka tehdään kahdentyyppisistä langoista, esimerkiksi monofilamentista ja fibrilloidusta nukkalangasta, ja se on erittäin tiheää. Kyseenalaista on, onko fibrilloidun nukkalangan ottaminen uudelleen käyttöön täyteaineettomissa tekonurmissa järkevää, koska siitä irtoaa enemmän mikromuovia kuin viime vuosina enemmän käytetystä monofilamentista. (Lappset Oy, 2024 a) Täyteaineettoman tekonurmen nukkaa voidaan tehdä myös pelkästään monofilamentista, jolloin suoran nukkalangan lisäksi osa langoista on muotoon käherrettyjä tai hunajakennomaista verkkorakennetta. Suorat langat parantavat maton lajitekniisiä ominaisuuksia ja toisentyypiset langat estävät täyteaineen leviämisen painumalla sen päälle. Kokemusten perusteella tekonurmimaton nukka on täyteaineettomuudesta huolimatta pysynyt verrattain hyvin pystyssä, ja pallon vierintävastus sillä on vaikuttanut olevan lähellä kumi-rouhekkenttien vastaavaa. (Helsingin kaupunki, 2024)

Tekonurmimatto olisi mahdollista valmistaa myös kierrätetyistä materiaaleista. Sitä on jo pilotoitu, mutta Suomessa täysin kierrätetystä muovista valmistettuja tekonurmia ei ole käytetty. PE-pohjaisena nukkalankana voisi käyttää esimerkiksi käytetyistä juomapulloista saatavaa raaka-ainetta, ja siihen on jo tuotannollisia valmiuksia. Kuitenkin ainakin vielä toistaiseksi kierrätysmateriaaleista tehtävä nukkalanka on kustannuksiltaan kalliimpi kuin neitseellisestä materiaalista valmistettu, joten se voi hidastaa kierrätetyn tekonurmen yleistymistä. (Lappset Oy, 2024 a) Kierrätysmuovista tehty tekonurmimatto olisi todennäköisesti yhtä lailla materiaali-kierrätettävissä kuin neitseellisistä raaka-aineista tehty tekonurmi. Kuitenkaan samaa muovia ei voi kierrättää kovin montaa kertaa ilman, että sen ominaisuudet heikkenevät.

Nykyisin on myös olemassa esimerkiksi leikkipaikoille soveltuvia yhden tai kahden eri muovityypin tekonurmimattoja. Moni yritys on myös kehittelemässä pelikenttäkäyttöön soveltuvaa tekonurmimattotuotetta, jossa olisi vain kahta tai yhtä eri muovityyppiä, mikä helpottaisi tuotteen materiaali-kierrätystä. (Re-Match, 2024) Ks. kappale 9.1.2

6.1.2 Täyteaineet

Tekonurmien täyteaineet voidaan tällä hetkellä jakaa neljään ryhmään:

- Synteettiset täytteet
- Kiviainestäytteet
- Päällystetyt kiviainestäytteet
- Biopohjaiset täytteet

Uuden REACH-asetuksen rajoituksen hyväksymisen myötä (ks. kappale 7.3) synteettisiä täytteitä on mahdollista hankkia vielä vuoteen 2031 asti. Koska mikromuovin vähentäminen erityisesti tekonurmien täyteaineista on keskeistä, ja tarve luopua kumisista ja muovisista täytemateriaaleista on tunnustettu, markkinoilla on yhä enemmän vähemmän muovia sisältäviä ja kokonaan bioperäisiä täytemateriaaleja. Tavoitteena on löytää lajivaatimukset täyttävä täyteaine, joka on sekä käyttäjille että ympäristölle haitaton ja turvallinen ja joka on kestävä ja toimiva Suomen olosuhteissa. Suomessa monet kaupungit ja kunnat ovat jo luopuneet kumirouheen käytöstä uusilla tekonurmikentillä, ja erilaisia uusia täyteaineita on kokeilussa. Pelaajien kokemus on kuitenkin ollut usein se, että uudet täyteaineet eivät ole pelituntumaltaan yhtä hyviä kuin kumirouhe, johon he ovat tottuneet (Oulun kaupunki, 2024; Tampereen kaupunki, 2024; Palloliitto, 2024; Espoon kaupunki, 2024). Käyttökokemuksia uusista täyteaineista kerätään jatkuvasti, ja virallisia tutkimustuloksia aiheesta julkaistaan todennäköisesti muutaman vuoden sisällä. (Palloliitto, 2024)



Kuva 6-1. SBR-kumirouhe odottaa suursäkissä tekonurmikentälle levittämistä.

Synteettiset täyteaineet ovat keinotekoisesti tuotettuja täyteaineita, jotka sisältävät muoveja tai synteettisiä kumeja. Ne kuuluvat EU:n REACH-asetuksen mikromuovin markkinoille saattamista koskevan rajoituksen piiriin (EU 2023/2055).

Styreenibutadieenikumirouhe eli SBR-kumirouhe on synteettinen tekonurmitäyte, joka valmistetaan käytetyistä autonrenkaista tai teollisuuden kierrätyskumista. Se on Suomessa yleisin tekonurmikenttien täyteaine (Kauhala-Lundberg, 2024). SBR-kumirouheen kanssa ei ole lähtökohtaisesti tarvinnut asentaa joustokerrosta tekonurmimaton alle, koska riittävän paksu rouhekerros on tuottanut sopivan jouston (Kauhala-Lundberg, 2024). SBR-rouheen

mahdollisia terveyshaittoja on tutkittu paljon muun muassa sen sisältämän styreenin takia, mutta vaikutuksista ei ole varmaa tietoa. Vuonna 2023 hyväksytyn EU:n REACH-asetuksen mikromuovirajoituksen mukaan kumirouheen myynti tekonurmikentille on kielletty vuodesta 2031 alkaen, ja kumirouheelle pyritään kehittämään jatkuvasti käyttäjille turvallisempia ja ympäristölle haitattomampia vaihtoehtoja.

Termoplastinen elastomeerimuovirouhe (TPE-O/TPO/TPU) voidaan valmistaa korkea-laatusista käytetyistä muovituotteista, kuten pesukoneen tai auton ovien tiivisteistä rouhimalla tai muotoon puristamalla. TPO-rouhe voidaan käyttää edelleen kierrätysmateriaalina tai sulattaa uudelleenkäytettäväksi uusien tuotteiden raaka-aineina (Tekonurmiopas, 2011).

Etyleenipropyleenidieenikumi eli EPDM-kumi on teollisesti tuotettu materiaali, jota käytetään muun muassa leikkipaikkojen turva-alustoissa ja yleisurheilukenttien pinnoitteena. Laatustandardien mukainen EPDM-kumi ei sisällä terveydelle haitallisia ainesosia, eikä se kuumene korkeissa lämpötiloissa kuten SBR-kumi. Pelialustassa EPDM-kumi saattaa kuitenkin tuottaa liian joustavan tai toisaalta tiivistyessään liian kovan pinnan ja on hinnaltaan verrattain kallis. Suomen Palloliitto on suositellut EPDM-kumirouheen käyttöä jalkapallohal-leissa ja sisätiloissa. Puhdistettuna EPDM-rouhe voidaan käyttää edelleen kierrätysmateriaalina urheilu- ja leikkikenttien alustoissa. (Tekonurmiopas, 2011)

Kiviainestäytteenä voidaan käyttää hiekkaa, joka on yleensä pestyistä ja pyöristetyistä hiekan jyvistä koostuvaa kvartsihiekkaa. Sitä voidaan käyttää tekonurmen täytteenä yksistään tai kerrok-sena kumirouhetäytteen alla.

Päällystetyt kiviainestäytteet ovat hiekanjyviä, jotka on päällystetty polymeerillä, eli ne sisältävät pieniä määriä synteettisiä tai biopohjaisia aineita. Pieniä määriä mikromuovia sisältävät täyte-aineet voivat olla tulevaisuudessakin käytettävissä EU:n uuden REACH-asetuksen mikromuovirajoituksien voimaantulua, sillä asetuksessa on määritetty, että rajoituksen piiristä voidaan sulkea pois materiaaleja tietyin ehdoin esimerkiksi koon, polymeeripitoisuuden ja biohajoavuuden perusteella.

Päällystetyt kiviainestäytteet eivät ole täysin haitattomia. Vaikka niissä on muovia huomattavasti vähemmän kuin pelkässä kumi- tai muovirouheessa, kahden toisistaan poikkeavan materiaalin yh-distäminen, muovin mahdollinen irtoaminen ja syntyneen tuotteen materiaalikierrätys voivat olla ongelmallisia. Muovipinnoitetun hiekan lisäksi käytössä on kuitenkin nykyisin myös selluloosalla päällystettyä hiekkatäyteainetta, jonka pinnoite on biohajoava (Saltex, 2024 b).

Biopohjaiset täyteaineet ovat pääasiassa biohajoavia, luonnonmateriaaleista valmistettuja täyteaineita, jotka on tehty esimerkiksi korkista, oliivinkivistä, maissintähkistä, puurouheesta ja kookoskuidusta. (Kauhala-Lundberg, 2024) Niiden yleisenä haasteena on, että ne eivät ole niin jous-tavia materiaaleja kuin kumi ja ne jäätyvät herkemmin (Helsingin kaupunki, 2024). Monet biopoh-jaiset täyteaineet ovat niin kevyitä, että ne voivat huuhtoutua sateiden mukana pois kentiltä. Toi-mivia uusia täyteaineita yritetään edelleen keksiä, ja esimerkiksi Norjassa on tällä hetkellä kehiti-teillä ja kokeilussa norjalaisesta koivusta tehtävä puurouhe. (Palloliitto, 2024 a) (Norjan jalkapalloliitto, 2024) (Oslo kaupunki, 2024) Tällä hetkellä biopohjaiset täyteainemateriaalit tuo-daan Suomeen ulkomailta, mutta esimerkiksi mäntypuurouheen valmistaminen Suomessakin voisi olla mahdollista 5–10 vuoden aikavälillä, jos kysyntä olisi riittävän suurta (Lappset Oy, 2024 a).



Kuva 6-2. Mäntypuurouhetta tekonurmen täyteaineena.

6.1.3 Asennus

Tekonurmen asennustapaan vaikuttaa se, millaiseen maastoon ja mitä käyttötarkoitusta varten nurmi asennetaan. Esimerkiksi jalkapallokentän ja muiden pelikenttien pohjan tulee olla tarpeeksi kantava, jotta se kestää kunnossapitokoneiden kuormituksen, ja siksi kenttää varten valmistellaan ensin maapohja. Jalkapallokenttää varten alueen routiva ja huonosti kantava maa poistetaan ja korvataan kohteeseen suunnitelluilla rakennekerroksilla (ks. kappale 5.2 TEKONURMIMATON JA -KENTÄN RAKENNE). Maapohjan pinta muotoillaan 0,5–1,0 % kaltevuuteen siten, että vesi valuu pois kentältä. (Tekonurmiopas, 2011)

Pohjamaan päälle asennetaan suodatinkangas tai suodatinkerros, jonka päälle tulevat rakennekerrokset: jakava kerros, kantava kerros ja tasauserros. Rakennekerrokset koostuvat erilaisista kiviaineksista ja ne kuivatetaan salaajituksella. Rakennekerrosten ja tekonurmimaton väliin tulee pelikentillä useimmiten kentän joustoa lisäävä joustokerros. Joustokerroksen päälle asennetaan myös lämmityskaapelit lämmitettävillä pelikentillä. Viimeisenä lisätään kivituhkasta tehtävä tasauserros, jonka päälle varsinainen tekonurmimatto asennetaan. Mattorullat levitetään auki ja liimataan yhteen saumanauhan ja saumaliiman avulla, jotta saadaan kentän kokoinen yhtenäinen nurmimatto. Mattojen nukka harjataan pystyyn ja matoille levitetään täyteaine.

Kun tekonurmi asennetaan esimerkiksi pihalle, maapohjan ei välttämättä tarvitse kantaa raskaita koneita, jolloin riittää, että pintamaan poiston jälkeen asennusalueelle levitetään suodatinkangas ja 5–15 cm paksu murskekerros. Tiivistetyn murskekerroksen päälle voidaan vielä levittää 1–2 cm paksu kivituhkakerros asennuspinnan tasaisuuden varmistamiseksi. Kiviaineskerroksen päälle levitetään nurmimatot, joiden saumat liimataan yhteen. Pihalla voidaan pelikenttien tapaan käyttää nurmimaton täyteainetta, kuten hiekkaa, jos halutaan, että maton nukka pysyy pystyssä ja matto hyvin paikoillaan. Jos täyteainetta ei käytetä, matto voidaan ankkuroida paikoilleen kiinnityskoukuilla. (Greenside-tekonurmi - Tekonurmen asennusohjeet, 2024)

Kun nurmimatto asennetaan rakennusten sisätiloihin, pohjatyöksi riittää lattian puhdistaminen. Pie-nille alueille, kuten terasseille tai parvekkeille, asennus ei välttämättä vaadi muuta kuin nurmimaton levittämisen paikoilleen. Jos pinta-ala on niin suuri, että on tarpeen käyttää useita rinnakkaisia mattokaistaleita, saumat kiinnitetään saumanauhalla ja liimalla. Täyteainetta voidaan käyttää tar-vittaessa. (Greenside-tekonurmi - Tekonurmen asennusohjeet, 2024)

6.2 KÄYTTÖ JA KUNNOSSAPITO

Pelikentän alustana tekonurmi vaatii säännöllistä hoitoa, ja hoidon laiminlyönti lyhentää kentän käyttöikää. Jalkapallokentän täyteaine tulisi ilmastaa vähintään kerran vuodessa. Ilmastus estää kentän kovettumista, parantaa vedenläpäisevyyttä ja auttaa pitämään täyteaineen joustavana. Li-säksi tekonurmikenttä on lanattava ja harjattava säännöllisesti noin 25–30 tunnin käytön jälkeen, eli noin kerran viikossa, jotta täyteainekerros pysyy tasaisena. Pois liikkunutta ja tiivistynyttä täy-teainetta on myös korvattava jatkuvasti uudella, jotta täyteainekerros säilyy riittävän paksuna. Lanaus on tärkeää myös, jotta rikkakasvit eivät ala kasvaa kentällä tai sen reuna-alueilla. Tekonur-melle kasvaneet kasvit on poistettava leikkaamalla, kitkemällä tai suihkuttamalla korkealla veden-paineella. Joskus kentällä voidaan joutua käyttämään myös rikkakasvien torjunta-aineita. Lika ja roskat täytyy poistaa kentältä välittömästi, esimerkiksi puhaltimella. (Tekonurmiopas, 2011)

Usein tekonurmikenttiä käytetään talvisin hiihtoalueena tai luistelukenttänä, jolloin se jäädytetään. Jäädytettyjä kenttiä saatetaan sulattaa keväisin suolaamalla.

Tekonurmikentän mahdollisimman pitkän käyttöiän takaamiseksi kentän talvikunnossapito on to-teutettava niin, ettei se vahingoita nurmea. Lumi ja kentän jäätyminen vaikeuttavat kenttien kun-nossapitoa ja lisäävät pelaajien loukkaantumiseriskiä. Lämmitys pidentää pelikautta ja mahdollistaa pelaamisen myös silloin, kun luonnonurmikentät eivät ole käytettävissä. Lämmitysjärjestelmät ovat kuitenkin kalliita investointeja, minkä lisäksi kentän lämmittäminen vie energiaa. Lämmitys kannattaa toteuttaa sään lämpötilavaihtelut huomioiden ja pyrkien lämmityksen minimointiin. (Svenska Fotbollförbundet, 2020)

Lumi kannattaa aurata pois lämmitetylläkin kentällä energiankulutuksen pienentämiseksi ja lumen sulamisen nopeuttamiseksi. Suolauksella voidaan pitää kenttä pelattavana pakkasen ja suojasään vaihdellessa, mutta suolan käyttö kuten myös muut lumenpoiston toimintatavat tulee toteuttaa kentän toimittajan ohjeiden mukaisesti. (Svenska Fotbollförbundet, 2020)

6.3 PURKAMINEN

Kun tekonurmimatto poistetaan, matto leikataan koneellisesti 2–4 metriä leveiksi kaistaleiksi, jotka rullataan kentältä pois (Kuva 6-3). Ennen maton rullausta täyteainetta voidaan harjata pois ma-tosta. Täyteaineen poistoon on kehitetty siihen soveltuvia koneita. Jonkin verran täyteainetta jää kuitenkin aina mattoon kiinni. Tekonurmen purkamisesta kerrotaan lisää kappaleessa 8.1.1.



Kuva 6-3. Tekonurmikenttää puretaan Lahden Kisapuistossa. Kone poistaa täyteainetta irrottavasta ja rullattavasta tekonurmimatosta.

6.4 HYÖTYKÄYTTÖ JA LOPPUKÄSITTELY

Tekonurmimaton hyötykäytön ja loppukäsittelyn vaihtoehdot Suomessa ovat tällä hetkellä seuraavat: Hyväkuntoinen tekonurmi voidaan käyttää uudelleen matalamman vaatimustason kohteissa. Käyttöikänsä päässä oleva tekonurmi voidaan hyödyntää energiantuotannossa polttamalla tai kuljettaa ulkomaille kierrätettäväksi materiaalina. Kaatopaikalle käytettyä tekonurmea ei voida sijoittaa lainsäädännön orgaanisen jätteen kaatopaikkakiellon takia. Eri vaihtoehdoista kerrotaan lisää luvussa 8.

7. LAINSÄÄDÄNTÖ JA SEN ASETTAMAT REUNAEHDOT

Tekonurmen kierrättämiseen ei ole olemassa erityistä standardia tai lakia. Käytöstä poistettavia tekonurmimattoja ja niiden omistajia koskevat yleiset yhdyskuntajätteen käsittelyyn liittyvät lait ja määräykset.

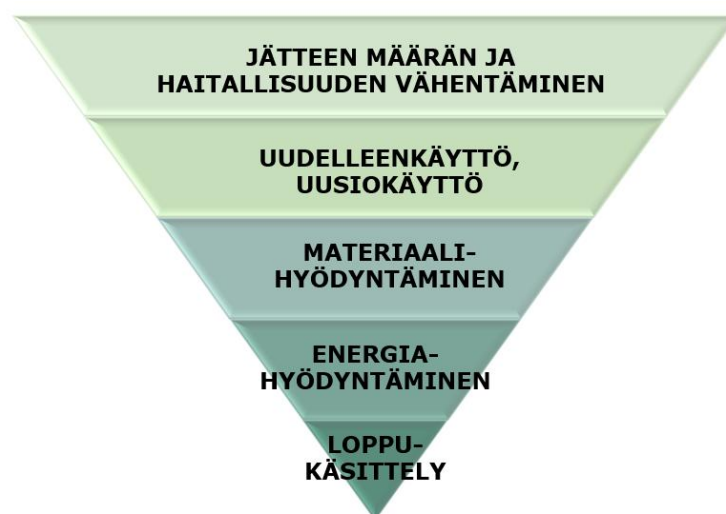
Tekonurmikentän täyteaineina käytettävää kumirouheen ja hiekan seosta ei saa sijoittaa kaatopaikalle tai hyödyntää luonnossa maarakentamisessa sellaisenaan. (Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista 331/2013)

7.1 JÄTTEEN JA SIVUTUOTTEEN MÄÄRITELMÄ

Jätelain (646/2011) mukaan jätteellä tarkoitetaan sellaisia aineita ja esineitä, jotka niiden haltija on poistanut käytöstä, aikoo poistaa käytöstä tai on velvollinen poistamaan käytöstä. Tekonurmi siis muuttuu jätteeksi, kun sen haltija on poistanut tai aikoo poistaa sen käytöstä. Puolestaan tuotantoprosessissa syntyvät niin sanotut jäännöstuotteet, jotka syntyvät prosessin päätuotteen ohella, voidaan määritellä sivutuotteeksi. Sivutuote ei ole jätelaissa tarkoitettua jätettä, eikä siihen siten sovelleta jätelain tai sen nojalla annettuja säännöksiä. (Jätelaki 2011/646)

Jätteen haltija on vastuussa jätteestä ja sen jätehuollosta. Jätteen haltijalla tarkoitetaan jätteen tuottajaa, jonka toiminnasta jäte syntyy, kiinteistön haltijaa tai muuta, jonka hallussa jäte on. Jätehuoltoa valvovia viranomaisia ovat kunnan ympäristönsuojeluviranomaiset ja Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset (ELY-keskukset).

Jätelain (646/2011) mukaan kaikessa toiminnassa on mahdollisuuksien mukaan noudatettava seuraavaa etusijajärjestystä (Kuva 7-1): Ensisijaisesti on vähennettävä syntyvän jätteen määrää ja haitallisuutta. Jos jätettä kuitenkin syntyy, jätteen haltijan on ensisijaisesti valmistettava jäte uudelleenkäyttöä tai uudelleenkäyttöä varten tai toissijaisesti kierrätettävä eli hyödynnettävä se materiaalina. Mikäli materiaalihyödyntäminen ei ole mahdollista, jätteen haltijan on hyödynnettävä jäte muulla tavoin, mukaan lukien hyödyntäminen energiana. Jos hyödyntäminen ei ole mahdollista, jäte on loppukäsitteltävä. (Jätelaki 2011/646)



Kuva 7-1. Jätelain mukainen etusijajärjestys.

Joitakin jätteitä voidaan uudelleenkäyttää maarakentamisessa tai vaarattoman jätteen kaatopaikan pintarakenteissa. Valtioneuvoston asetuksen (978/2021) mukaan hyödynnettäessä jätettä maantäytössä tai muuten sijoittamalla tai levittämällä jätettä maahan, jätteen on sovelluttava teknisesti ja ympäristövaikutuksiltaan kyseiseen käyttötarkoitukseen. Jätettä saa käyttää vain määrän, joka on ehdottoman tarpeellista maarakenteen tasauksen, kantavuuden ja kestävyuden kannalta. Yhdyskuntajätettä, rakennus- ja purkujätettä sekä niiden käsittelyssä syntyvää jätettä saa hyödyntää penkereissä, kaivantojen täyttämässä ja muussa vastaavassa maantäytössä vain, jos jätteessä olevan biohajoavan ja muun orgaanisen aineksen pitoisuus määritettynä orgaanisen hiilen kokonaismääränä tai hehikutushäviönä on enintään kymmenen prosenttia. (Valtioneuvoston asetus jätteistä 978/2021)

Mikäli tekonurmen täyteaineena käytettyä hiekkaa haluttaisiin käyttää maarakentamisessa tai vaarattoman jätteen kaatopaikan pintarakenteissa, täyteaineen orgaanisen hiilen määrän tulisi selvittää ensin. Mikäli pitoisuus olisi alle raja-arvon, käyttö maarakentamisessa edellyttäisi kuitenkin todennäköisesti ympäristölupaa.

7.2 EI ENÄÄ JÄTETTÄ (EEJ/EOW)

Tekonurmien ja niiden täyteaineiden osalta jätteeksi luokittelun päätyminen on keskeistä, kun pohditaan käytöstä poistettujen materiaalien uudelleenkäyttöä ja kierrätystä. Jätteeksi luokittelun päätyminen on määritelty jätelain (646/2011) kohdassa 5 b §. Sen mukaan jäte, joka on kierrätetty tai muuten hyödynnetty, ei ole enää jätettä, jos sille on määritelty käyttötarkoitus ja sillä on markkinat tai kysyntää. Lisäksi sen tulee täyttää käyttötarkoituksensa mukaiset tekniset vaatimukset ja olla vastaaviin tuotteisiin sovellettavien säännösten ja standardien mukainen. Sen käyttö ei myöskään kokonaisuutena arvioiden aiheuta vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle. Jätteeksi luokittelun päätyttyä materiaalin markkinoille saattajan on varmistettava, että materiaali on kemikaali- ja tuotelainsäädännön mukaista. Jos materiaalia ei ole saatettu markkinoille, varmistamisvelvollisuus on materiaalin ensimmäisellä käyttäjällä.

Käytetyn tekonurmen ja täyteaineen jätestatuksen tulkinta voi olla haastavaa, ja sitä lienee helppointa selvittää yhdessä kiertotalouden asiantuntijoiden ja kunnan ympäristöviranomaisen kanssa. Käytännössä tekonurmi ja täyteaineet muuttuvat jätteiksi, kun niiden haltija päättää luopua niistä eikä niitä aiota hyödyntää enää samassa käyttötarkoituksessa. Jos esimerkiksi käytetty tekonurmi tai täytehiekkä poistetaan kentältä ja päätetään hyödyntää toisella kentällä, jätelakia voidaan tulkita siten, etteivät käytetty tekonurmi ja täytehiekkä muutu jätteeksi tässä välissä. Jos taas esimerkiksi täytehiekkä toimitetaan ulkomaille puhdistuslaitokseen käsiteltäväksi, hiekka voidaan tulkita jätteeksi. Jätteenkin hyödyntäminen on kuitenkin mahdollista, mutta se vaatii ympäristölupaa.

7.3 TEKONURMI MATON MATERIAALEJA JA KIERRÄTYSTÄ RAJOITTTAVA LAI NSÄÄDÄNTÖ

Mikromuovit

Euroopan kemikaalivirasto (ECHA) arvioi, että Euroopassa päätyy vuosittain 42 000 tonnia mikromuovia ympäristöön tarkoituksellisesti lisätyistä tuotteista, kun taas tahattomista lähteistä (esim. suurempien tuotteiden hajoaminen) vapautuu noin 176 000 tonnia. (Vasiliou, 2024)

Tekonurmikenttien kumirouhetäyte on tehty silputuista autojen renkaista ja edustaa yhtä suurimmista yksittäisistä mikromuovien lähteistä. Kumirouhetäyte aiheuttaa noin 38 % kaikista arvioi-

duista mikromuovipäästöistä ympäristöön (tarkoituksellisesti lisätyistä tuotteista). Kumirouhe-
täytön on osoitettu sisältävän satoja kemiallisia aineita, jotka ovat peräisin autonrengaskäytöstä.
Kemikaaleilla on mahdollisesti haitallisia terveysvaikutuksia, joista osa voi liittyä mikromuovihiuk-
kasiin. (Vasiliou, 2024)

Euroopan komissio on hyväksynyt syyskuussa 2023 tarkoituksellisesti lisättyjen mikromuovien
myyntiä koskevan *REACH-asetuksen rajoituksen (EU 2023/2055)*. Uuden rajoituksen tarkoituksena
on vähentää näiden materiaalien vapautumista ympäristöön. Rajoitus käyttää laajaa mikromuovin
määritelmää ja kattaa kaikki synteettiset polymeerihiukkaset, jotka ovat kooltaan alle 5 mm, ei-
orgaanisia, liukenemattomia tai hitaasti hajoavia. Tämän määritelmän piiriin kuuluvat synteettisissä
nurmipinnoissa käytetyt kumi- ja muovitäyttemateriaalit. (EMEA - Synthetic Turf Council, 2023)

REACH-asetus rajoittaa jo nykyisellään PAH-yhdisteitä sisältävien uusien ja kierrätettyjen täytema-
teriaalien (rouheet ja katteet) käyttöä ja myyntiä. Rajoitus koskee tekonurmikentillä, leikkikentillä
ja urheilukäyttöön tarkoitetuilla alueilla käytettäviä täytemateriaaleja.

Sen varmistamiseksi, että kaikkialla Euroopassa tällä hetkellä käytössä olevia tuhansia synteettisiä
nurmikenttiä voidaan käyttää ja huoltaa käyttöikänsä loppuun saakka, synteettisille täytemateriaa-
leille on myönnetty kahdeksan vuoden siirtymäaika. Kumisten ja muovisten täyttömateriaalien
myyntikielto tulee siis voimaan syyskuussa 2031. (EMEA - Synthetic Turf Council, 2023) Siirtymän
kustannukset EU:ssa ovat arviolta noin 10–20 miljardia euroa. Sen on kuitenkin arvioitu estävän
noin 500 000 tonnia mikromuovisaastetta vapautumasta ympäristöön. (Vasiliou, 2024) On huomi-
oitava, että kieltö koskee nimenomaan täyteaineiden myyntiä, ei käyttöä. Täten polymeeritäyteai-
neiden käyttöä voidaan jatkaa vuoden 2031 jälkeenkin niin kauan kuin kentille ja varastoon ostettua
materiaalia riittää. (Palloliitto, 2024 a)

ESTC (Synthetic Turf Council) kannustaa kumi- tai muovitäytteiden omistajia varmistamaan etu-
painoisesti, että kenttien käytön ja ylläpidon aikainen täyteaineen poistuminen kentältä minimoi-
daan. (EMEA - Synthetic Turf Council, 2023)

Haitalliset aineet

Tekonurmien uudelleenkäytössä ja kierrätyksessä tulisi huomioida tekonurmien mahdollisesti sisäl-
tämät haitalliset lisäaineet tai epäpuhtaudet, jotta varmistetaan, että ne eivät ole este kierrätykselle
tai uusiokäytölle. Etenkin elinkaareltaan pitkäikäiset materiaalit saattavat sisältää kemikaaleja,
jotka ovat nykyisin kiellettyjä tai joiden käyttöä on rajoitettu. (TERMINATE -raportti Syken raport-
teja luonnos x/2025).

POP-yhdisteitä koskeva Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU 2019/1021) rajoittaa POP-
yhdisteitä sisältävien jätteiden kierrätystä eli myös tekonurmien kierrätystä, mikäli niissä on käy-
tetty POP-yhdisteitä sisältäviä aineita. Asetuksen tavoitteena on vähentää näiden haitallisten yh-
disteiden päästöjä ja estää niiden uudelleenkulkeutuminen ympäristöön. Asetus edellyttää esimer-
kiksi, että POP-yhdisteitä sisältävät jätteet käsitellään tavalla, joka tuhoaa tai muuttaa pysyvät
orgaaniset yhdisteet ympäristölle vaarattomaan muotoon. Kierrätysmenetelmät, jotka säilyttävät
POP-yhdisteiden rakenteen, eivät ole sallittuja. (EU 2019/1021)

Asetuksessa määritellään pitoisuusrajat POP-yhdisteille jätteissä. Jos jäte ylittää nämä raja-arvot,
sitä ei saa kierrättää, vaan se on käsiteltävä niin, että POP-yhdisteet hävitetään tehokkaasti. Jätteitä
tai kierrätysmateriaaleja, jotka sisältävät pieniäkin määriä POP-yhdisteitä, ei saa käyttää tuotteiden
valmistuksessa, jos on riski, että nämä yhdisteet vapautuvat edelleen ympäristöön tai kulkeutuvat
kierrätysketjussa. (EU 2019/1021)

Asetus edellyttää POP-yhdisteitä sisältävien jätteiden tarkkaa valvontaa ja jäljitettävyyttä koko niiden elinkaaren ajan. Tämä rajoittaa niiden käsittelyä ja uudelleenkäyttöä, koska materiaalin alkuperä ja sen sisältämien yhdisteiden pitoisuudet on dokumentoitava tarkasti. (EU 2019/1021)

7.4 ORGAANISEN JÄTTEEN KAATOPAIKKAKIELTO

Suomessa kaatopaikan jätetäyttöön tai rakenteisiin hyväksytään vain sellaista vaaratonta jätettä, jonka biohajoavan ja muun orgaanisen aineksen pitoisuus on enintään 10 prosenttia määritettynä orgaanisen hiilen kokonaismääränä tai hehkutushäviönä (Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista 331/2013). Tämän takia käytettyä tekonurmea ei ole mahdollista sijoittaa kaatopaikalle, sillä muovimateriaalina tekonurmen hehkutushäviö ylittää aina orgaanisen hiilen määrän raja-arvon.

Tekonurmen täyteaineista kumirouhe, kumirouheen ja hiekan seos sekä biopohjaiset täyteaineet ylittävät orgaanisen hiilen määrän raja-arvon, eikä niitä voida sijoittaa kaatopaikalle. Ainoastaan yksinään täyteaineena käytetty hiekka voisi olla mahdollista sijoittaa kaatopaikalle, mutta tällöinkin on suositeltavampaa puhdistaa hiekka ja hyödyntää se uusissa kohteissa.

Liedon kaupungin ja Lounais-Suomen Jätehuolto Oy:n tekonurmen kierrätys Hankkeessa teetettiin vuonna 2022 vaarattoman jätteen kaatopaikkakelpoisuustutkimus tekonurmimaton täyteaineena toimineelle kumirouheen ja hiekan seokselle. Tutkimuksessa mitattiin orgaanisen kokonaishiilen määrä TOC (Total Organic Carbon) ja hehkutushäviö. Näytteet ylittivät kaatopaikkasijoittamiselle asetetut raja-arvot, joten sitä ei voitu sijoittaa kaatopaikalle. (Raitis, 2022)

Euroopan unionin neuvoston kaatopaikkadirektiivi (1999/31/EY) ei ole niin tiukka kuin Suomen Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista 331/2013. Monissa muissa Euroopan maissa on rajoitettu pääasiassa vain biohajoavan jätteen sijoitusta kaatopaikalle, jolloin käytetty tekonurmi ja sen synteettiset ja kiviaineksesta koostuvat täyteaineet voidaan näissä maissa sijoittaa myös kaatopaikalle.

8. TEKONURMIEN HYÖTYKÄYTTÖ- JA LOPPUSIJOITUSVAIHTOEHDOT

Tekonurmelle on neljä yleisesti käytössä olevaa hyötykäyttö- tai loppusijoitusvaihtoehtoa: uudelleenkäyttö, materiaalikierrätys, energiahyödyntäminen ja loppusijoitus. Tekonurmien jatkokäsitteilystä puhuttaessa *uudelleenkäyttö* ja *materiaalikierrätys* menevät toisinaan termeinä sekaisin. Tässä selvityksessä termejä on käytetty seuraavasti: Uudelleenkäytössä tekonurmi poistetaan alkuperäisestä kohteesta ja käytetään uudelleen samanlaiseen tai vastaavaan käyttötarkoitukseen uudessa kohteessa. Materiaalikierrätys taas yleensä edellyttää jonkinlaista materiaalin käsittelyä, jossa esimerkiksi muovimateriaali kierrätetään uudeksi raaka-aineeksi ja tuotteiksi.

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 8-1) on esitetty yhteenveto eri hyötykäyttö- ja loppusijoitusvaihtoehdoista, niiden eduista ja haitoista sekä saatavuudesta Suomessa ja Euroopassa.

Taulukko 8-1. Tekonurmen hyötykäyttö- ja loppusijoitusvaihtoehdot.

Tekonurmen hyötykäyttö- ja loppusijoitusvaihtoehdot			
Prosessi		Edut/haitat	Käyttö/saatavuus
Uudelleenkäyttö		<ul style="list-style-type: none"> + Jätteen etusijajärjestyksen mukaista + Kustannustehokasta + Pidentää tuotteen elinkaarta - Uudelleenkäyttö usein käytetty ratkaisu, vaikka sille ei olisi tarvetta - Ei poista jätteenkäsittelyn tarvetta myöhemmin - Pitkän käyttöiän vuoksi saattaa sisältää jo kiellettyjä tai rajoitettuja kemikaaleja 	Käytetään Suomessa ja Euroopassa vaihtelevasti esim. kuntien tavoista ja tarpeista riippuen.
Materiaalikierrätys	Mekaaninen	<ul style="list-style-type: none"> + Jäte saadaan hyödynnettyä materiaalina ja uusissa tuotteissa. - Haasteita lopputuotteen puhtauden ja uusien käyttökohteiden kanssa. - Koko tekonurmea ei saada hyödynnettyä. 	Yhä enemmän isommilla markkinoilla. Laitoksilla on myös kapasiteettia käsitellä muualta Euroopasta tuotuja nurmia. Suomessa ei ole tekonurmien mekaanista kierrätystä.
	Kemiallinen	<ul style="list-style-type: none"> + Jäte saadaan hyödynnettyä materiaalina ja uusissa tuotteissa. - Vaatii puhtaan materiaalin, jotta lopputuote on käyttökelpoista. - Koko tekonurmea ei saada hyödynnettyä. 	Uutta teknologiaa tulossa Euroopan markkinoille, mikä mahdollistaa laajemmin paikallisen kierrätyksen. Suomessa ei ole tekonurmien kemiallista kierrätystä.
Energiahyödyntäminen		<ul style="list-style-type: none"> + Saadaan tuotettua energiaa + Helppoa ja teknologia vakiintunutta + Mahdollisesti edullisin tapa hävittää tekonurmi - Ei jätteen etusijajärjestyksen mukaista 	Laajasti käytössä monissa maissa, myös Suomessa.
Loppusijoitus		<ul style="list-style-type: none"> - Ei jätteen etusijajärjestyksen mukaista - Loppusijoitus tulisi nähdä viimeisenä keinona. 	Suomessa ei mahdollista. Euroopassa vielä joissain maissa mahdollista, mutta tulevaisuudessa vähenee.

8.1 UUELLEENKÄYTTÖ

8.1.1 Tekonurmimaton uudelleenkäyttö

Aktiivisenkin pelikäytön jälkeen tekonurmimatto saattaa kohteesta riippuen olla käytettävissä uudelleen. Suomessa kunnat ja jalkapalloseurat asentavat yleisesti kertaalleen käytettyjä tekonurmimattoja matalamman laatutason kohteisiin, joita esitellään kappaleessa 8.1.1.1. Lisäksi kunnat ja seurat myyvät käytettyjä tekonurmia eteenpäin muunmuassa erilaisissa internetin markkinapaikoissa. Huutokaupat.com-sivuston omistavan Mezzoforte Oy:n mukaan alustan kautta on myyty tähän mennessä noin 100 kohteen käytetyt tekonurmet eteenpäin (Mezzoforte Oy, 2024).

Tekonurmien mahdollisesti sisältämät haitalliset lisäaineet tai epäpuhtaudet tulee huomioida, jotta varmistetaan, että ne eivät ole este uudelleenkäytölle. Etenkin elinkaareltaan pitkäikäiset materiaalit saattavat sisältää kemikaaleja, jotka ovat nykyisin kiellettyjä tai joiden käyttöä on rajoitettu. (TERMINATE -raportti. Syken raportteja luonnos x/2025, 2024)

Jos tekonurmimatto halutaan käyttää uudelleen leikkipaikalla, matoista on suositeltavaa tehdä haitta-aineanalyysit, joissa kannattaa kiinnittää erityisesti huomiota polysyklisiin aromaattisiin hiivetyihin eli PAH-yhdisteisiin ja erityistä huolta aiheuttaviin aineisiin eli [SVHC-aineisiin](#). Helsinki, Tampere ja Vantaa sekä hankintaorganisaatio Monetra Oulu Oy ovat sitoutuneet Green Deal -sopimukseen haitallisten aineiden vähentämiseksi varhaiskasvatuksen hankinnoissa, jolloin haitta-aineanalyysit ovat erityisen suositeltavia. Green Deal -sopimus koskee varsinaisesti vain uusia tuotteita, mutta myös uudelleenkäytettävien tuotteiden on suositeltavaa täyttää vaatimukset. Ulkoleikkivälineitä ja kalusteita koskevat kuusi kriteeriä löytyvät Motiva Oy:n ylläpitämästä [Kriteeripankista](#), jonne kootaan julkisten hankintojen vastuullisuuskriteerejä (Motiva Oy, 2024).

Uudelleenkäytössä on jonkin verran teknisiä haasteita liittyen tekonurmimaton purkamiseen ja uudelleen asentamiseen. Tekonurmimatto voi venyä helposti purettaessa ja kuljetettaessa, minkä takia saumat eivät mene enää kohdakkain uudelleen asennettaessa. Venyminen on kuitenkin hallittavissa ja uudelleen asentamisen ongelmat ratkaistavissa oikeilla työtavoilla ja sopivaa kalustoa käyttämällä. Käytännössä purkaminen ja uudelleen asentaminen kannattaa teettää työhön erikoistuneilla asentajilla, joilla on tarkoitukseen sopivat työkalut. Joka tapauksessa täyteaineet kannattaa poistaa matosta ennen purkamista mahdollisimman tarkkaan. Täyteaineet tekevät matosta raskaan käsitellä ja lisäävät venymisen riskiä. (Helsingin kaupunki, 2024) Lisäksi täyteaineita valuu rullista ympäristöön siirtelyn yhteydessä, mikäli mattoja ei pussiteta käärittäessä. Täyteaineiden poistamisen jälkeen matto leikataan koneellisesti noin 2–4 m leveiksi suikaleiksi, minkä jälkeen matot rullataan. Rullat numeroidaan ja niiden alkuperäisestä asennusjärjestyksestä tehdään pohjakartta, joka sisältää rullien sijainnit numeroittain ja levityssuunnat. Pohjakartan avulla purettu tekonurmi on helpompi koota uudestaan. Maton levityksen jälkeen saumat liimataan ja täyteaine levitetään samalla tavalla kuin uuttakin mattoa asennettaessa. (Saltex, 2024 b)



Kuva 8-1. Tekonurmea puretaan Helsingissä Käpylässä. Kuva: Veera Laanti, Helsingin kaupunki.



Kuva 8-2. Tekonurmimattoja rullalla Salossa odottamassa seuraavaa käyttötarkoitusta.

Kun kenttää puretaan aikomuksena uudelleenkäyttää tekonurmimatto muualla, on hyvä, että seuraava käyttökohde on jo purkuvaiheessa tiedossa ja matolle on olemassa poistosuunnitelma, jonka mukaan työ tehdään. Tällöin voidaan jo purkuvaiheessa leikata mattoa oikea määrä ja kaventaa sitä, jos seuraavana sijoituspaikkana on edellistä pienempi kenttä. Poistokartalta nähdään helposti esimerkiksi, missä mattorullassa on kenttään maalattuja viivoja ja missä ei. Jotta kentän viivat säilyvät yhtenäisinä, matto pitää asentaa samaan järjestykseen kuin alkuperäisessä kohteessa. Usein poistotyö tehdään huolellisemmin, jos sama urakoitsija, joka purkaa kentän, myös kokoaa sen uuteen kohteeseen. Jos urakoitsijalla on tehtävänänsä vain poisto, hänen ensisijainen intressinsä on poistaa matto nopeasti, ja jälki voi tällöin olla rosoista. Leikkausvälineenä kivilaikka on halvin, mutta se repii mattoa, jolloin siihen jää rosoinen reuna. Timanttilaikka on kivilaikkaa kalliimpi, mutta se jättää siistimmän leikkausjäljen ja helpottaa maton uudelleen asennusta, kun röpelöiseksi jätettyä reunaa ei tarvitse leikata uudelleen asennuskohteessa. (Lappset Oy, 2024 a)

Kaiken kaikkiaan uudelleenkäytöllä on merkittävä rooli tekonurmimattojen koko potentiaalin hyödyntämisessä. Kun matot käytetään sellaisinaan käyttöikänsä loppuun asti, myös niihin käytetyt materiaalit ja valmistamiseen tarvittu työ hyödynnetään täysimittaisesti. Jätelain etusijajärjestyksenkin mukaisesti uudelleenkäyttö on toiseksi suositeltavin vaihtoehto jätteen synnyn ehkäisemisen jälkeen. Uudelleenkäyttö on myös taloudellisesti kannattavaa. Sen avulla voidaan säästää uuden tekonurmen hankintakulut sekä viivästyttää käytetyn tekonurmimaton materiaalikierrätyksestä tai energiahyödyntämisestä aiheutuvia kuluja. Uudelleenkäyttö ei kuitenkaan ratkaise käytettyjen tekonurmien jäteongelmaa, koska uudelleenkäytönkin jälkeen tekonurmen materiaali olisi tärkeää saada kiertoon. Jos materiaalikierrätys ei onnistu, niin joka tapauksessa tekonurmelle täytyy löytää jokin loppukäsittelytapa.

Uudelleenkäytön keskeinen haaste on se, että uudelleenkäyttökohteiden pinta-ala on huomattavasti pienempi kuin käytöstä poistuvien tekonurmien määrä. Uudelleenkäyttökohteet ovat paikoin loppumassa, koska pelikenttiä uusitaan koko ajan, mutta uusia uudelleenkäyttökohteita ei tule samaa tahtia, koska niissä on jo tekonurmet. Tämän takia aivan kaikkea tekonurmea ei voida tulevaisuudessaakaan käyttää käyttöikänsä loppuun.

Uudelleenkäytön riskinä on ympäristön turha pinnoittaminen tekonurmella, jos ylijääviä käytettyjä tekonurmia aletaan asentaa paikkoihin, joissa tekonurmelle ei ole todellista tarvetta. Kaikkien tekonurmien uudelleenkäyttäminen käyttöikänsä loppuun asti ei ole tavoiteltavaa, sillä rakennetun ympäristön laaja pinnoittaminen muovipäällysteillä ei ole hyväksi ihmisille eikä luonnolle, koska tekonurmet ovat biologiselta monimuotoisuudeltaan köyhiä.

Toinen uudelleenkäytön riski on mikromuovin leviäminen ympäristöön, kun iän myötä tekonurmen nukasta irtoaa enenevässä määrin mikromuovia. Kolmantena riskinä on maton unohtuminen ja hapertuminen viimeiseen asennuspaikkaansa. Lisäksi neljäntenä riskinä pitkäikäisissä tuotteissa on se, että niissä voi esiintyä jo kiellettyjä tai rajoitettuja kemikaaleja. Jätelain mukaisesti maton kulloinkin omistava taho vastaa loppuun saakka käytetyn maton, eli jätteen, toimittamisesta asianmukaisesti käsiteltäväksi. Kuitenkin aina, kun tekonurmimattoa jaetaan useampaan käyttökohteeseen ja materiaalia on jaettuna pienemmille pinta-aloille, sen todennäköisyys päätyä toimitetuksi materiaalikierrätykseen pienenee. Likaantuneille ja hapertuneille matoille energiahyödyntäminen on Suomessa ainoa vaihtoehto.

Yhteenvetona voidaan todeta, että tekonurmien uudelleenkäyttö on suositeltavaa tekonurmen koko käyttöiän hyödyntämiseksi, kunhan huomioidaan, että uudelleenkäyttö rajoitetaan ulkona vain niille alueille, joissa tekonurmien ominaisuudet ovat erityisen tarpeellisia ja joissa niitä on vaikea korvata muilla pinnoitteilla. Käytännössä näitä alueita ovat pelikentät ja esteettömyyttä vaativat leikki- ja kuntoilupaikat.

8.1.1.1 Esimerkkejä uudelleenkäyttökohteista

Seuraavassa listassa esitetään erilaisia tekonurmien uudelleenkäyttökohteita pinta-alaltaan suurimmasta pienimpään. Lisäksi uudelleenkäyttötapoja on havainnollistettu valokuvilla.

Tekonurmimattojen uudelleenkäyttökohteita:

- Alemman vaatimustason pelikentät
- Ampumaradan maanpinnan verhoilu
- Käytävien pinnoittaminen
- Koulujen ja päiväkotien pihojen leikki- ja pelialueet
- Leikki- ja ulkokuntoilupaikkojen välineiden alustat
- Koiraharrastuskentät
- Jyrkkien maastonmuotojen eroosiosuojaus ja maisemointi
- Näkösuoja aidan säleiden välissä
- Frisbeegolfradan heittopaikat
- Alikulun rumpuputken verhoilu ja maisemointi
- Taideteoksen materiaali



Kuva 8-3. Salon Melassuon kentälle asennettiin kesällä 2024 käytetty tekonurmi, joka oli purettu Salon urheilupuistosta. Kuvassa kentälle levitetään uutta kumirouhetäytettä.



Kuva 8-4. Kuopion Heinjoen ampumaradan pinnoitteena on käytetty tekonurmi.



Kuva 5 Käytettyä tekonurmea on hyödynnetty käytävän pinnoitteena Salossa laskettelukeskuksessa.



Kuva 8-6. Tallinnassa tekonurmea on käytetty aitasäleiden väliin pujotettuna näkösuojana.



Kuva 8-7. Vantaan Kartanonkoskella käytettyä tekonurmea on hyödynnetty frisbeegolfradan heittopaikoilla ja korien ympärillä.



Kuva 8-8. Vantaan Hakunilan urheilupuistossa alikulun rumpu on verhoiltu käytetyllä tekonurmella. Liimaukset eivät kuitenkaan ole kestäneet kovin hyvin.



Kuva 8-9. Someron kaupungintalon edessä sijaitsee ukrainalaisen taiteilijan, Vitali Zotsin, tekonurmesta valmistama ympäristötaideteos.

8.1.2 Täyteaineiden uudelleenkäyttö

Tekonurmikentiltä poistettu kumirouhe voidaan puhdistaa, seuloa ja käsitellä siten, että se soveltuu uudelleenkäyttöön tekonurmien täyteaineena tai muuhun käyttöön, kuten kumimattojen tai muiden kumituotteiden valmistusmateriaaliksi. Jos kumirouhetta käytetään muiden kumituotteiden raaka-aineena, käytössä täytyy huomioida kumirouheen sisältämät kemikaalit. Esimerkiksi tanskalaisella Re-Matchilla on laitteet, joilla hiekka ja kumirouhe voidaan erottaa toisistaan. Yritys myy erottelemansa hiekan ja kumirouheen käytettäväksi uudelleen tekonurmikenttien täyteaineina, ja jonkin verran kumirouhetta menee myös teolliseen käyttöön. Re-Match arvioi, että kaikelle tekonurmimatoista erotellulle kumirouheelle on materiaalina riittävä kysyntä teollisuudessa myös sitten, kun kumirouhetta ei enää saa myydä täyteaineeksi mutta sitä tulee vielä käsittelylaitokselle puretuilta kentiltä. (Re-Match, 2024)

Re-Match analysoi tekonurmikentän kierrätysmahdollisuudet ennen käsittelyyn ottoa ja käsittelyn hinnan arviointia. Jos laitos ottaa käsiteltäväksi tekonurmimattoa, jossa ei ole hyödynnettävissä olevia täyteaineita, käsittelyn hinta on huomattavasti korkeampi kuin maton, jossa on kumirouhetta ja hiekkaa. Huonoiten kierrätettävissä ovat ensimmäisen sukupolven tekonurmikentät. Käsiteltävästä tekonurmesta täyteaineineen keskimäärin 15 % menee polttoon, muu osa saadaan hyödynnettyä uudelleen. (Re-Match, 2024)

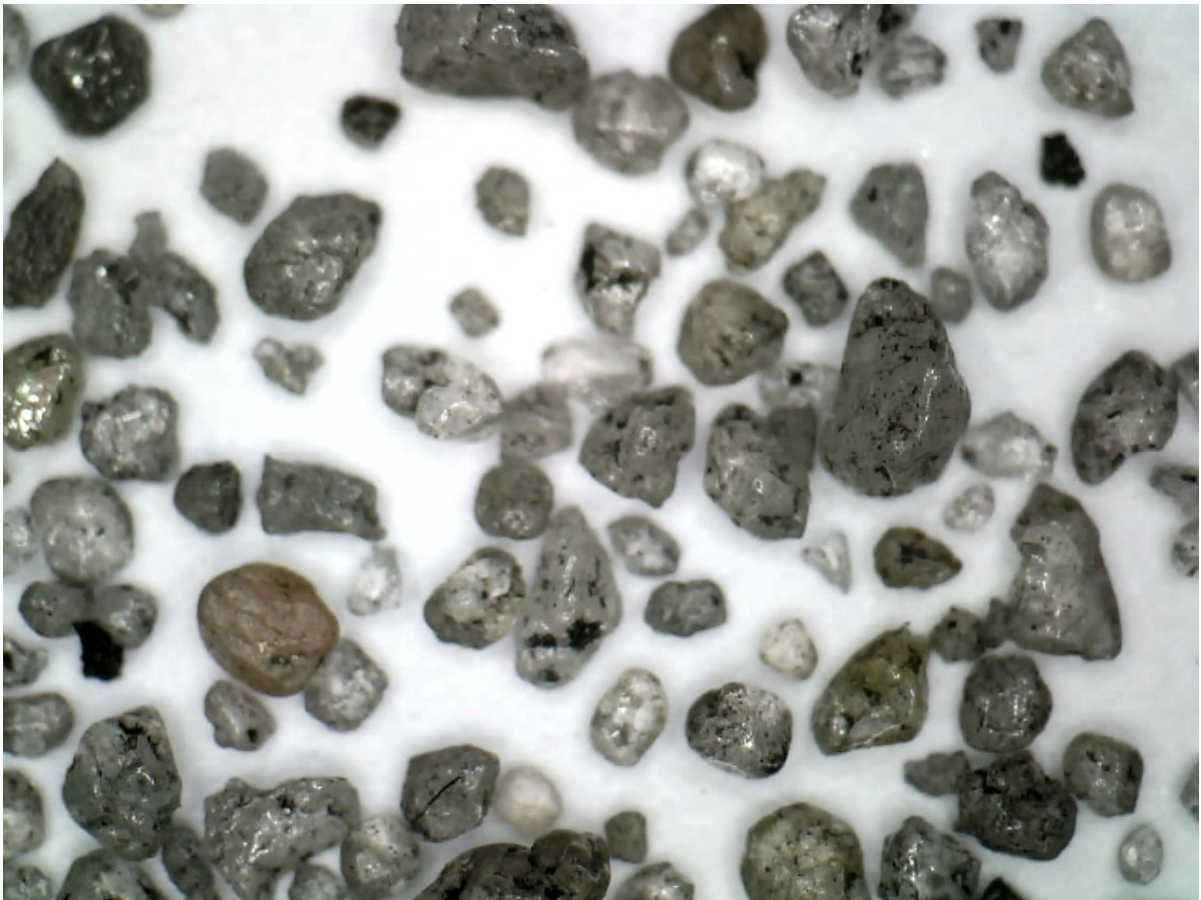
Suomessa tekonurmia asentavilla ja purkavilla yrityksillä on käytössään laitteet, joilla täyteaineet saadaan poistettua melko tarkkaan tekonurmimatosta. Suomessa ei ole kuitenkaan vielä käytössä laitteita, joilla sekoittunut kumirouhe ja hiekka eroteltaisiin toisistaan. (Saltex, 2024 b) Täyteaineet poistetaan tekonurmimatosta kerroksittain pyörivällä harjalla, ja se kerros, jossa hiekka ja kumirouhe kohtaavat, sekoittuu jonkin verran. Jos kumirouhetta on kentällä 35 mm:n paksuinen kerros, noin 25 mm siitä saadaan poistettua sekoittumattomana. Kokonaisuudessaan kumirouheesta saadaan poistettua arviolta 50–75 % hiekkaan sekoittumattomana. Mitä epätasaisemmat täyteaineiden kerrokset ovat, sitä vähemmän sekoittumatonta rouhetta saadaan talteen. (Lappset Oy, 2024 a)

Kaikki edellisessä kappaleessa kuvatulla menetelmällä kerätyt täyteaineet voidaan tarvittaessa käyttää uudestaan tekonurmikentillä Suomessa. Suurin osa vanhasta kumirouheesta ja hiekasta menee kuitenkin polttoon. Vaikka kumirouhetta saa vielä käyttää täyteaineena, useimmat tekonurmikenttien tilaajat etsivät jo vaihtoehtoisia täyteaineita, eikä Suomessa ole juurikaan kysyntää käytetylle kumirouheelle. Käytetyssä hiekassa taas on usein kumipartikkeleita, joten se sisältää runsaasti mikromuovia. Myös Re-Matchin erottelemassa ja puhdistamassa hiekassa voi olla kumipartikkeleita mukana. Esimerkiksi Helsingin kaupungin Myllypuron jalkapallokentälle Re-Matchilta tuodussa, uudelleen käytettävässä hiekassa mikromuovin osuus on noin 0,5 % painosta. Suomessa toimivista yrityksistä ainakin Saltex-Unisport Oy on harkinnut hiekan ja kumirouheen erottelevan sekä pölyn ja epäpuhtaudet poistavan laitteiston hankkimista Suomeen, mutta luopunut ajatuksesta, koska kumirouheelle ei ole kysyntää ja puhdistetun hiekan hinta nousisi kalliiksi. (Saltex, 2024 b) Uusi, puhdas hiekka on hinnaltaan niin edullista, että kysyntää puhdistetulle, kalliimmalle hiekalle ei toistaiseksi ole. Lisäksi rakennuskohteissa on tällä hetkellä kuitenkin käyttöä hiekalle, vaikka se ei olisi täysin puhdasta. Käytettyä, puhdasta hiekkaa voidaan myydä esimerkiksi golfkentille katehiekaksi. (Lappset Oy, 2024 a) Koska muovinsekainen kvartsihiekkä on lähtökohtaisesti jätettä, sen hyödyntäminen maarakentamisessa vaatii ympäristölupaa. Ympäristölupaa haetaan kunnalta ja kunnan ympäristönsuojeluviranomaiset neuvovat aiheesta lisää.

Riippumatta siitä, mikä täyteaine tekonurmessa on, täyteaineeseen sekoittuu aina kentän käytön aikana muovipartikkeleita, jotka ovat irronneet tekonurmimaton nukasta tai pelaajien vaatteista. Vaikka täyteaine itsessään olisi kokonaan biohajoava, sen joukkoon sekoittunut mikromuovi ei ole.

Täyteaineissa on kuitenkin eroja sen suhteen, kuinka paljon ne kuluttavat ja hajottavat nukkalan-
kaa. Esimerkiksi hiekka on täyteaineena verrattain kuluttava. Tieteellistä tutkimusta tai vertailua
aiheesta ei kuitenkaan toistaiseksi ole. (Saltex, 2024 b)

Pinnoitetun hiekan uudelleenkäyttömahdollisuudet ovat verrattain hyvät, koska käytetty hiekka voi-
daan viedä uudelleen pinnoitettavaksi ja käytettäväksi, eikä sen hinta uudelleen pinnoituksen jäl-
keen ole uutta pinnoitettua hiekkaa korkeampi. Pinnoitetun hiekan kanssa ei tarvitse käyttää muita
täyteaineita, joten ongelmaa erilaisten täyteaineiden erottelusta ja mikromuovilla saastuneen hie-
kan puhdistamisesta tai vähäisestä kysynnästä ei synny. (Saltex, 2024 b)



Kuva 8-10. Helsingin Myllypuron kentälle tuodussa, Re-Matchin puhdistamassa kierrätyshiekkassa, näkyy edelleen
mustia kumipartikkeleita, jotka eivät ole lähteneet puhdistuksessa. (Kuva: Unisport-Saltex Oy)

8.2 MATERIAALI KIERRÄTYS

Materiaalikierrätyksellä tarkoitetaan sitä, että tekonurmesta saatavia materiaaleja käytetään eri
tuotteiden valmistuksen raaka-aineena. Tekonurmen kierrättämiseen voidaan hyödyntää mekaa-
nista ja kemiallista kierrätystä. Mekaanisella kierrätyksellä tarkoitetaan sitä, että materiaali kierrä-
tetään fysikaalisin menetelmin, kuten murskaamalla, sulattamalla ja granuloidamalla. Kemiallisessa
kierrätyksessä raaka-aine hajotetaan kemiallisesti molekyylitasolla, minkä jälkeen se voidaan uu-
delleen muokata.

Tekonurmien materiaalikierrätyksen kehittämisen pitkän tähtäimen tavoitteena on luoda toimintamalli, jonka myötä vanhan tekonurmen materiaaleja voitaisiin käyttää uusien, vastaavien tekonurmien valmistukseen. Haasteena tavoitteen saavuttamisessa on kuitenkin erilaiset tekniset rajoitteet, joiden takia materiaalivirroista ei saada täysin puhtaita, sekä se, että tekonurmen rakenteessa esiintyy eri materiaaleja yhteen liitettynä. (Eunomia Research & Consulting Ltd for FIFA, 2017)

Tekonurmien kierrätysmahdollisuuksia ja menetelmiä on tutkittu jo pitkään. Tästä kertoo esimerkiksi se, että tekonurmen poistoon ja kierrätykseen liittyviä keksintöjä on patentoitu paljon. Patenttitietokannasta (European Patent Office, 2024) löytyy menetelmiä muun muassa täyteaineen tai muovinukan erottamiseen matosta, käytetyn tekonurmimaton leikkaamiseen ja poistamiseen kohteesta sekä sellaisia maton valmistusmenetelmiä, jotka voisivat mahdollistaa sen materiaalien kierrätyksen. (Patenttinro CN104060518 (A), 2014) (Patenttinro KR101780954 (B1), 2017) (Patenttinro KR20160079587 (A), 2016)

Suomessa ei ole tekonurmien materiaalikierrätykseen keskittyviä toimijoita, joiden ratkaisut olisivat tuotantotasolla, mutta luvussa 9 on esitelty mahdollisia tulevaisuuden materiaalikierrätysratkaisuja Suomessa.

8.2.1 Mekaaninen kierrätys

Mekaaninen kierrätys on tällä hetkellä ainoa teollisessa mittakaavassa toimiva tapa tekonurmien materiaalikierrätykselle Euroopassa. Muun muassa Re-Matchin, All Sports Recycledin, GBN:n ja Formaturfin kierrätysteknologiat perustuvat mekaaniseen kierrätykseen.

Tekonurmen mekaaninen kierrätysprosessi sisältää esikäsittelyn, erotuksen, tekonurmimaton käsittelyn ja raaka-aineiden jalostamisen. Esikäsittelyssä tekonurmirullat avataan ja leikataan tarvittaessa pienempiin paloihin. Sen jälkeen tekonurmimatosta poistetaan täytteen ja muu irtoava aines, kuten roskat ja irronneet keinokuidut. Tämä tapahtuu esimerkiksi heiluttamalla mattoa ylösalaisin ja imemällä irtonaiset materiaalit. Seuraavaksi poistetut materiaalit erotellaan toisistaan esimerkiksi veden tai ilman avulla. (GBN, 2024) (All Sports Recycled, 2024)

Irtonaisesta aineksesta tyhjennetty tekonurmimatto käsitellään leikkurissa, jossa nukkalanka leikataan irti tekonurmimaton taustasta. Nukkalangan tekonurmikuidut voidaan käsitellä ja jalostaa muovigranulaatiksi, josta edelleen voidaan tehdä uusia muovituotteita. (GBN, 2024) (All Sports Recycled, 2024)

Tekonurmimaton taustasta erotellut materiaalit, kuten nukkalanka, käsitellään erikseen. Erottelun jälkeen ne puhdistetaan poistamalla mahdolliset epäpuhtaudet tai vierasaineet. Tämä voi sisältää hiekan, lian tai roskien poiston keinokuiduista ja täyteaineista. Puhdistuksen jälkeen materiaalit kuivataan. Puhdistus ja pesu voidaan tehdä prosessissa jo aiemmassakin vaiheessa esimerkiksi ennen erottelua. (GBN, 2024) (All Sports Recycled, 2024)

Tekonurmikuitujen muovi granuloidaan. Granulointiprosessissa muovi murskataan ja jauhetaan pieniksi hiukkasiksi, minkä jälkeen se sulatetaan korkeassa lämpötilassa. Sulanut muovi puristetaan suulakepuristimien läpi, jolloin syntyy muovigranulaattia eli pellettejä tai rakeita. Muovigranulaattista voidaan valmistaa uusia muovituotteita, ja sitä voidaan käyttää esimerkiksi uusien tekonurmien valmistuksessa osana uusien kuitujen valmistusta.

Tekonurmimaton taustalle ei ole materiaalikierrätysratkaisua, joten yleensä se päättyy energiahyödyntämiseen eli polttoon.

On myös olemassa siirrettäviä mekaanisia kierrätyslaitoksia, jotka voidaan viedä lähemmäksi tekonurmikenttiä, jolloin useita kuljetuksia vaativia siirtoja itse nurmelle ei tarvitse tehdä. Suomessakin on kokeiltu siirrettävää mekaanista kierrätyslaitosta, mutta siihen liittyy käytännön ongelmia, kuten työn pitkä kesto, melu- ja pölyhaitat sekä luvitukset yleensäkin. (Saltex, 2024 b)

8.2.1.1 Kustannukset

Suomesta Tanskaan Re-Matchin käsittelylaitokselle kuljetettavan ja siellä kierrätettävän tekonurmen käsittelymaksu täyteaineineen on arviolta 7–9 euroa per neliometri, jossa vastaanottomaksu on 2,5–3 euroa/m², rahti 3,5–4 €/m² ja purkutyö noin 1–2 €/m². Hinta riippuu kuitenkin merkittävästi tekonurmen sijainnista ja laadusta. (Saltex, 2024 b)

8.2.1.2 Jätteiden kansainväliset siirrot

Tällä hetkellä tekonurmien materiaalikierrätys vaatii käytöstä poistetun tekonurmen kuljetusta ulkomaille, koska Suomessa ei ole materiaalikierrätykselle vakiintuneita toimintatapoja ja vaihtoehtoja. Kun tekonurmi on käytöstä poistettu ja se halutaan viedä kierrätyslaitokseen, on kyseessä jäte, ja tällöin ulkomaille vietäessä on kyse jätteiden kansainvälisistä siirroista. Tekonurmen keskimääräinen paino täyteaineineen on 36 kg/m² (Eunomia Research & Consulting Ltd for FIFA, 2017), ja täysikokoisen kentän kuljettamiseen tarvitaan noin 10–12 rekkakuormaa (Saltex, 2024).

Jätteiden kansainvälisiä siirtoja säädellään ja niiden valvonta perustuu kansainvälisiin säädöksiin ja sopimuksiin. Valvontaa tehdään, jotta varmistetaan jätteiden päätyminen asianmukaiseen käsittelyyn. Maasta toiseen siirrettäville jätteille tarvitaan luvat kaikkien siirtoon osallistuvien maiden viranomaisilta, ellei voida noudattaa niin sanottua vihreiden jätteiden siirtomenettelyä. Vihreiden jätteiden siirtomenettely koskee jätteitä, jotka menevät hyödynnettäväksi ja joista ei todennäköisesti aiheudu riskiä ympäristölle, kuten metalliromua, jät-paperia ja käsittelemätöntä puujätettä. Tekonurmea ei siis luokitella vihreisiin jätteisiin. Joidenkin jätteiden siirto maasta toiseen on myös kokonaan kiellettyä. Tekonurmijätteen kansainvälisiä siirtoja varten tarvitaan jätesiertolupa. (Jätteiden kansainväliset siirrot, 2024)

8.2.1.3 Esimerkki: Helsingin kaupungin Tekonurmien kierrätyspilotti 2024–2025

Helsingin kaupunki halusi kokeilla tekonurmen materiaalikierrätystä viiden käytöstä poistettavan, 8–10 vuotta vanhan tekonurmen jatkokäsittelyssä. Jatkokäsittelymenetelmä valittiin kaksivuotisen dynaamisen hankintajärjestelmän avulla. Valinta perustui hinnan (painotus 20 %) ja laadun (painotus 80 %) kokonaistaloudellisuuteen. Laadussa korostui tekonurmimattojen uusiokäyttö, koska laatupisteytyksen avulla pyrittiin löytämään tekonurmimattojen käsittelyyn uusia keinoja ja innovaatioita energiahyödyntämisen lisäksi. Pilotin tulokset dokumentoidaan vuonna 2025 osana PlastLIFE-hanketta, ja niitä hyödynnetään tulevissa tekonurmien purkuhankinnoissa. Pilotista tähän mennessä selville saatuja asioita on kuitenkin kirjattu seuraaviin kappaleisiin. (Helsingin kaupunki, 2024)

Kilpailutuksessa hankkeen tekonurmien jatkokäsittelyn toimittajaksi valikoitui tanskalainen Re-Match A/S. Muut kilpailutuksessa saadut tekonurmien jatkokäsittelyehdotukset perustuivat pääosin energiahyödyntämiseen, ja niihin sisältyi ehtoja jätteen sijoituslupiin liittyen. Hankkeen seuraavana tavoitteena on kuljettaa käytetty tekonurmimatto täyteaineineen rullina laivalla Tanskaan käsittelylaitokselle. Käsittelylaitoksella osa tekonurmimatosta kierrätetään uusiomuoviksi, jota voidaan uusien muovituotteiden valmistuksessa. Tekonurmen taustakangas hyödynnetään energiana. Täyteaineina toimineet hiekka ja kumirouhe erotellaan, puhdistetaan ja käytetään uudestaan tekonurmien täyteaineena. (Helsingin kaupunki, 2024)

Jatkokäsittelyä varten tekonurmijäte täytyy kuljettaa Suomen ulkopuolelle, ja sille täytyi hakea Suomen ympäristökeskukselta jätesiirtolupa. Jätesiirtolupaprosessi kesti 3 kuukautta. Prosessin aikana selvisi, että vientilupa edellyttää POP-asetuksen (EU 2019/1021) mukaisesti haitta-aineanalyysia, koska tekonurmen epäiltiin voivan sisältää UV-suoja-aineita tai palonestoaineita, jotka voivat puolestaan sisältää kiellettyjä POP- tai PFAS-yhdisteitä. Suomen ympäristökeskus teki tekonurmille tiettyjen haitta-aineiden analyysin liittyen omaan tekonurmia käsittelevään tutkimukseensa, ja tutkimuksen tuloksena saatiin selville, että jotkut tutkituista tekonurmista sisältävät POP-yhdisteitä ja muita haitta-aineita kuten PFAS-yhdisteitä. Tutkimuksen tulokset julkaistaan erillisessä raportissa. (Helsingin kaupunki, 2024)



Kuva 8-11. Helsingin Myllypuron tekonurmikentän purettuja ja pussitettuja tekonurmia lastataan rekkaan. Kuva: Veera Laanti, Helsingin kaupunki.

8.2.1.4 Esimerkki: Tekonurmen muovikuitujen käyttö kuitubetonin valmistamiseen

Italialaisessa IMPReSa-hankkeessa on kehitetty käyttöikänsä päähän tulleiden tekonurmimattojen muovikuitujen käyttämistä kuitubetonin valmistamiseen (Marinelli; Butturi; Rimini; Gamberini; & Sellitto, 2021). Muovikuitujen hyödyntäminen kuitubetonin valmistukseen vähentää sekä tarvetta uuden muovin valmistamiselle että muovijätettä, joka syntyisi, jos kuitua ei voida uudelleenkäyttää.

Tutkimuksessa todettiin, että käytetyistä tekonurmista saatavat muovikuidut voivat korvata osittain tai kokonaan neitseellisen kuidun tai raudoituksen käytön. Tutkimuksessa arvioitiin sekä mekaanista suorituskykyä että ympäristövaikutuksia. Tuloksena havaittiin, että neitseellisiin kuituihin verrattuna kierrätystekonurmikuidut voivat jopa hieman lisätä sementin kestäväksi maksimikuormaa. (Signorini & Volpini, 2021)

8.2.2 Kemiaallinen kierrätys

Kemiaallisella kierrätyksellä voidaan käsitellä myös joitain sellaisia muovijakeita, jotka eivät sovellu mekaaniseen kierrätykseen. Tällaisia voivat olla esimerkiksi erilaiset sekoitemuovit ja joitain lisäaineita sisältävät muovit. Kemiaallinen kierrätys on kattotermi, joka sisältää erilaisia käsittelymenetelmiä, joilla aiheutetaan muutoksia muovien kemiaallisessa rakenteessa kemiaallisten aineiden, katalyyttien tai termokemiaallisten prosessien avulla. Se jaetaan yleensä kahteen pääryhmään, termiseen depolymerisaatioon (kaasutus ja pyrolyysi) sekä kemiaalliseen depolymerisaatioon. (Vasileios; Patricia; Edoardo; & Kassab, 2023)

Euroopassa ei laajamittaisesti käsitellä tekonurmimattoja kemiaallisella kierrätyksellä, mutta useita kokeiluja on tehty ja teknologioita on kehitteillä.

Pyrolyysiprosessi on kemiaallista kierrätystä ja sen avulla muovijäte voidaan jalostaa nestemäiseksi öljytuotteeksi. Tämä tapahtuu suljetussa prosessissa korkeassa lämpötilassa ilman hapen läsnäoloa. Pyrolyysireaktorissa pitkäketjuiset muovipolymeerit pilkkoutuvat kaasumaisessa muodossa oleviksi, lyhytketjuisiksi hiilivedyiksi, joista pyrolyysiöljy saadaan talteen lauhduttamalla. Lauhtumattomat hiilivetykaasut hyödynnetään prosessin sisäisessä energiantuotannossa. Prosessin sivutuotteena syntyvä kiintoaines, pyrolyysihili, voidaan hyödyntää uudelleen raaka-aineena esimerkiksi bitumissa. (WasteWise, 2024 a) (WasteWise, 2024 b)

Suomessa on kehitysasteella useita muovin kemiaalliseen kierrätykseen liittyviä prosesseja ja laitoksia. WasteWise Oy:llä on vuonna 2024 käyttöönotettu pyrolyysilaitos, jossa olisi mahdollista käsitellä myös tekonurmimattoja, ja sitä on testattukin. Haasteena on, että prosessiin ei saa päätyä lainkaan tekonurmen täytteitä, joten tekonurmimaton tulisi olla puhdistettu etukäteen. (WasteWise, 2024 b)

Pyrolyysi ei kuitenkaan ole sallittu käsittelymenetelmä POP-yhdisteitä sisältäville raaka-aineille. Mikäli tekonurmimatoissa esiintyy POP-yhdisteitä yli sallitun raja-arvon, ei pyrolyysiä voida hyödyntää sen käsittelyssä. Pyrolyysin soveltuvuutta POP-yhdisteitä sisältävien jätteiden käsittelyyn ei ole vielä tutkittu riittävästi. Tämän vuoksi menetelmää ei ole toistaiseksi hyväksytty Baselin sopimuksen teknisissä ohjeissa POP-jätteiden käsittelyyn. Kuitenkin maailmanlaajuisesti aiheeseen liittyvää tieteellistä tutkimusta tehdään aktiivisesti. (Ympäristöministeriö, 2024)

8.2.3 Esimerkki: Tekonurmimattojen materiaalien kierrätyksen teollinen symbioosi

Italialaisessa teollisuuden kiertotaloutta ja symbioottisuutta käsittelevässä tutkimuksessa esitetään neljä eri skenaariota tekonurmimattojen loppukäsittelylle. Skenaarioiden ääripäät ovat täysin lineaarista mallia toteuttava skenaario, jossa tekonurmimatto päätyy kaatopaikalle kokonaisuudessaan sekä täysin kiertotalouden mukainen skenaario, jossa kaikki materiaalit saadaan kiertoon. Muut kaksi skenaariota asettuvat näiden välimaastoon. (Marinelli; Butturi; Rimini; Gamberini; & Sellitto, 2021)

Tutkimuksessa todetaan, että toimivan kiertotalouden mahdollistamiseksi teollisuudessa tulisi olla symbioottinen verkosto, jossa materiaalit ja sivutuotteet liikkuvat tehokkaasti eri toimijoiden välillä. Tekonurmimattojen loppukäsittelyn tapauksessa tämä tarkoittaa sitä, että nurmen eri materiaalit päätyvät eri toimijoille sen mukaan, miten nämä pystyvät jatkokäyttämään materiaaleja omassa toiminnassaan. Tutkimuksessa yhtenä tekonurmen raaka-aineena on huomioitu bitumikermi, jota voidaan käyttää tekonurmikenttien pohjan vedeneristykseen. (Marinelli; Butturi; Rimini; Gamberini; & Sellitto, 2021) Suomessa sen käyttö ei kuitenkaan ole yleistä.

Tutkimuksessa esitetään teollisen symbioosin mukainen kierto, jossa on yksi niin sanottu ankkuri-yhtiö sekä vähintään kolme muuta toimijaa, jotka osallistuvat kierrätysprosessiin. Kierrossa ankkuri-yhtiönä on toimija, joka kerää ja käsittelee jätteitä samalla tuottaen uusia tekonurmimattoja kierrettyä hiekkaa ja kumia käyttäen. Tämän ohelle tutkimuksessa esitetään seuraavanlaiset yritykset, jotta kierto olisi suljettua:

- Yritys, joka kerää ja käsittelee tekonurmimattoja erottelemalla ja pesemällä nurmen eri materiaalit.
- Yritys, joka voi hyödyntää nurmen bitumikermijätteen asfaltointiin.
- Yritys, joka kierrättää tekonurmen kumirouhetäytön leikkikenttäpintojen valmistukseen.
- Yritys, joka käyttää hiekkaa rakentamisessa.
- Yritys, joka käyttää tekonurmen muovikuituja sementin vahvistusaineena. (Marinelli; Butturi; Rimini; Gamberini; & Sellitto, 2021)

Kyseinen tutkimuksessa esitetty yritysverkosto ja symbioosi ei sellaisenaan toimisi Suomessa, mutta vastaavan tyyppistä toimijoiden verkostoa ja symbioosia voisi muulla tavoin kehittää Suomeenkin. Tutkimuksessa todetaan, että esimerkiksi IMPReSa-hankkeen kaltaiset innovaatiot tekonurmimattojen materiaalien jatkokäytöstä edistävät kiertotalouden ja teollisuuden symbioottisuuden toteutumista.

8.3 ENERGI AHYÖDYNTÄMINEN

Energiahyödyntäminen on tällä hetkellä ainoa vaihtoehto Suomessa loppuun käytettyjen tekonurmien hyödyntämiseen ja hävittämiseen. Pelikenttien tekonurmimattoja ei voi kuitenkaan polttaa suuren koon ja täytteiden vuoksi sellaisenaan, ja tekonurmien vastaanottoa jätteenpolttolaitoksiin säännöstellään. Yleensä tekonurmi murskataan ennen sekoittamista muuhun poltettavaan jätteesseen tai syötetään poltettavaksi pienempinä paloina. Tekonurmimatot toimitetaan sopimuksen mukaan polttolaitokseen rullina täyteaineen kanssa tai ilman.

Tekonurmimatto koostuu täysin muovimateriaalista, mikä tekee siitä hyvin soveltuvan energiahyödyntämiseen. Sen lämpöarvo on 40–45 MJ/kg, eli sen polttaminen tuottaa runsaasti energiaa. Kumirouheen lämpöarvo on mattoa heikompi, mutta kuitenkin kohtuullinen, noin 27,5 MJ/kg. (Raitis, 2022)

Kumirouhetta ei voi polttaa isompina määrinä tavallisissa jätteenpolttolaitoksissa, koska se on usein valmistettu kierrätetyistä autonrenkaista ja sisältää klooriyhdisteitä ja raskasmetalleja. Tämän takia sitä pitää käsitellä vaarallisen jätteen tavoin, ja poltto täytyy tehdä vaaralliselle jätteelle soveltuvassa polttolaitoksessa. Kumirouhe olisi kuitenkin mahdollista hyödyntää Suomessa sementin valmistuksessa sementtiklinkkerin polttouunissa poltettuna. Tässä käyttötarkoituksessa kumirouheen seassa oleva hiekka ei olisi haitallista. (Fortum Waste Solutions, 2024)

Hiekan polttaminen jätteenpolttolaitoksessa voi olla haitallista, jos sitä on liikaa, koska se voi lisätä kulumista ja kerrostumia. Hiekka ei pala, joten se ei tuota energiaa. Liiallinen hiekan määrä voi vaikuttaa prosessin tehokkuuteen erityisesti, jos jätteen paloaineen lämpöarvo alenee hiekan suuren määrän vuoksi. Mikäli tekonurmen syöttämistä polttoprosessiin säädellään, hiekan määrä ei ole niin suuri, että se yksinään vaikuttaisi prosessiin haitallisesti.

8.3.1 Kustannukset

Sekajätteen, kuten tekonurmen, energiahyödyntäminen on verrattain kallista, koska jätteenpolttolaitosten porttimaksut ovat Suomessa melko korkeita, noin 100 €/tonni jätettä. Helsingin kaupungin

Tekonurmien kierrätyspilotin 2024–2025 kilpailutuksessa energiahyödyntäminen oli kuitenkin edullisin tekonurmien hyötykäytön ja hävittämisen ratkaisu (Helsingin kaupunki, 2024).

Arviot tekonurmimaton energiahyödyntämisen kustannuksille vaihtelevat välillä 5–7 €/m², jolloin täysimittaisen jalkapallokentän polttaminen maksaisi yli 40 000 euroa (Fortum Waste Solutions, 2024; Saltex, 2024 a). Polton hinta vaihtelee paljon riippuen siitä, minkälaisia luvituksia polttolaitoksilla on ja sattuvatko ne juuri sillä hetkellä tarvitsemaan tekonurmimaton kaltaista poltettavaa vai eivät (Saltex, 2024 b). Seuraavassa esitellyn Liedon kaupungin ja Lounais-Suomen Jätehuollon toteuttamassa tekonurmen kierrätys Hankkeessa maton purkamisen, käsittelyn ja polton hinta oli noin 8,4 €/ m².

8.3.2 Esimerkki: Liedon kaupungin ja Lounais-Suomen Jätehuolto Oy:n tekonurmen kierrätys Hankke 2022

Hankkeessa testattiin tekonurmen energiahyödyntämistä vuonna 2022. Liedon kaupunki purki pienikokoisen 1 500 neliömetrin tekonurmikentän, joka koostui erillisistä 2 ja 4 metriä leveistä suikaleista. Suikaleita pienennettiin asfalttileikkurilla kokoon 2 x 8 m, minkä jälkeen ne rullattiin ja nostettiin traktorilla asfalttikentälle. Rullia ravistettiin ensin asfalttikentällä traktorin avulla täyteaineiden irrottamiseksi. Seuraavaksi suikaleet nostettiin kaivinkoneella lavan yläpuolelle, ja mattoja ravistettiin kaivinkoneeseen kiinnitetyllä täryttimellä. Sitten matot leikattiin kulmahiomakoneen timanttiterällä 60 x 60 cm kokoisiksi paloiksi, ja niistä ravistettiin käsin loput täyteaineet pois ennen polttolaitokseen toimittamista. Täyteaine koottiin asfalttikentältä lavalle kaivinkoneella ja lapiolla, ja siitä otettiin testierä, joka kuljetettiin Lounais-Suomen Jätehuolto Oy:n käsiteltäväksi.

Puolet matosta, eli 750 m², poltettiin Salossa Lounavoima Oy:n Korvenmäen ekovoimalaitoksessa, ja poltto sujui hyvin. Lounais-Suomen Jätehuolto Oy ei löytänyt täyteaineelle käsittelytapaa, ja se jouduttiin varastoimaan, koska kaatopaikalle toimittaminen ei ollut mahdollista täyteen sisältämän orgaanisen aineksen takia.

Maton purkaminen ja täyteaineen tyhjentäminen vaati noin 120 työtuntia, ja työ oli raskasta ja vaikeaa. Kokemuksen perusteella purku ja tyhjentäminen on suositeltavaa teettää alan yrityksellä, jolla on työhön sopivat koneet. Itse matto painoi noin 3 000 kg ja täyteaineet 57 000 kg. Maton purkamisen, käsittelyn ja polton kokonaishinta oli noin 10 400 euroa ja neliöhinta noin 8,4 €. Summat sisältävät purkutyön, maton käsittelyn, kuljetukset, laitevuokrat, Lounais-Suomen Jätehuolto Oy:n käsittelymaksut ja kaatopaikkakelpoisuustutkimuksen. Kustannukset eivät ole kuitenkaan skaalattavissa täysimittaiseen jalkapallokenttään, sillä suurikokoisemman kentän kulut olisivat olleet arvon mukaan pienemmät neliometriä kohden. (Raitis, 2022)

8.4 LOPPUSIJOITUS KAASTOPAIKALLE

Tekonurmimattoja tai niiden täytteitä ei voida Suomessa loppusijoittaa kaatopaikalle niiden orgaanisen aineksen pitoisuuksien vuoksi. Katso kappale 7.4. Monissa muissa Euroopan maissa on rajoitettu pääasiassa vain biohajoavan jätteen sijoitusta kaatopaikalle, jolloin tekonurmi sekä sen syntettiset ja kiviaineksista koostuvat täyteaineet voidaan sijoittaa kaatopaikalle.

8.5 YHTEENVETO TEKONURMIEN HYÖTYKÄYTÖN NYKYTILASTA SUOMESSA

Tekonurmen uudelleenkäyttö

Hyväkuntoisia tekonurmia hyödynnetään Suomessa yleisesti siirtämällä tekonurmia korkean vaatimustason pelikentiltä harjoitustason pelikentille. Lisäksi tekonurmia voidaan asentaa uudelleenkäytettäviksi muihin kohteisiin, kuten koulujen pihoihin, leikkipaikoille, frisbeegolfradan heittopaikkojen tai ampumaradan pinnoitteeksi, mutta näiden kohteiden pinta-ala on yhteenlaskettuna huomattavasti pienempi kuin pelikentiltä poistuvan tekonurmen määrä.

Tekonurmen materiaalikierrätys

Suomessa ei ole tällä hetkellä tekonurmea kierrättäviä laitoksia, eikä tekonurmia ole tiettävästi ennen Helsingin kaupungin pilottihanketta vuonna 2024 yritetty kuljettaa Suomesta ulkomaille materiaalikierrätykseen.

Tekonurmen energiahyödyntäminen

Käytetyn tekonurmen hyödyntäminen energiantuotannossa polttamalla on tällä hetkellä uudelleenkäytön lisäksi ainoa mahdollinen hyötykäytön tapa Suomessa. Suomessa käytetyille tekonurmille polttaminen on lisäksi todennäköisesti edullisin loppukäsittelytapa.

Täyteaineiden uudelleenkäyttö, materiaalikierrätys ja energiahyödyntäminen

Tekonurmimaton täytteiden hyötykäytön ja loppukäsittelyn vaihtoehdot Suomessa ovat tällä hetkellä:

- Kumirouhe voidaan hyödyntää EU:n mikromuoviasetuksen puitteissa toisilla tekonurmikentillä.
- Kvartsihiekkä voidaan käyttää uuden nurmen täyteenä tai esimerkiksi maarakennuksessa tai maisemoinnissa, mutta se voi vaatia tutkimuksia, joilla varmistetaan hiekan puhtaus, ja ympäristölupaa.
- Muut muoviset tai pinnoitetut täyteaineet voidaan puhdistaa, pinnoittaa tarvittaessa uudelleen ja käyttää uudelleen toisissa tekonurmikohteissa. Täytemateriaali voidaan myös polttaa energiantuotannossa.
- Biopohjaiset täyteaineet voidaan polttaa ja hyödyntää energiana.

Uudelleenkäytön, materiaalikierrätyksen ja energiahyödyntämisen haasteiden takia tekonurmea on myös varastoituna rullalle odottamassa tulevaisuudessa tapahtuvaa hyödyntämistä. Joissain kaupungeissa pelikentälle on myös asennettu päällekkäin useita tekonurmikerroksia, millä on voitu siirtää tekonurmen loppukäsittelyn ajankohtaa myöhemmälle tulevaisuuteen toimivien ratkaisujen puuttuessa (Helsingin kaupunki, 2024).

Mahdollisuudet ulkomailta

Edellä mainittujen hyötykäytön ja loppukäsittelyn vaihtoehtojen lisäksi tekonurmi ja sen täyteaineet voidaan kuljettaa ulkomaille ja kierrättää materiaalina. Käsittelylaitoksia sijaitsee esimerkiksi Tanskassa, Saksassa ja Norjassa. Liikuteltavassa laitospöytä tai kierrätyslaitoksessa elinkaarensa lopussa oleva tekonurmi voidaan kierrättää mekaanisesti tai kemiallisesti.

9. TULEVAISUUDEN KIERRÄTYSRATKAISUT SUOMESSA

Tällä hetkellä kokonaan Suomessa toteutettavat mahdolliset käytetyn tekonurmen kierrätys- ja hyödyntämiskäytöt ovat uudelleenkäyttö ja energiahyödyntäminen. Uudelleenkäyttö on pienivolyymista, eikä sitä voida pitää pelkästään ratkaisuna, koska myös uudelleenkäytetty tekonurmi tulee jossain vaiheessa tiensä päähän ja se täytyy poistaa käytöstä ja käsitellä jollain tavalla. Energiahyödyntäminen taas ei ole jätelain etusijajärjestyksen mukaisesti kovin hyvä keino, mutta se on kuitenkin paikallista ja parempi ratkaisu kuin tekonurmijätteen varastointi tulevia käsittelymahdollisuuksia odotellessa tai jätteen päätyminen luontoon.

Tekonurmien materiaalikierrätys ei tällä hetkellä ole isossa mittakaavassa toimivaa Suomessa. Tekonurmille tarkoitettu kierrätyslaitos vaatisi suuria investointeja, eikä Suomen tekonurmien määrä välttämättä riittäisi pitämään laitosta kannattavana. Tekonurmien vienti Suomesta ulkomaille käsiteltäväksi on yksi vaihtoehto, mutta sen haasteina ovat kuljetuskustannukset ja -päästöt sekä jätesiirot. (Kekäläinen; Jaatinen; & Jernvall, 2024)

Yleisellä tasolla tekonurmien toivottavia tulevaisuuden suuntauksia ovat:

- Tekonurmien käytön rajaaminen vain niille alueille, joilla sen ominaisuudet ovat erityisen tarpeellisia
- Kuntien ja seurojen hankintakriteerien kehittäminen tukemaan entistä haitattomampien, turvallisempien ja kierrätettävämpien tekonurmien kehittymistä
- Mikromuovipäästöjen minimoiminen tekonurmista ja täyteaineista sekä kenttien rakenneratkaisuilla että materiaaliteknisillä ratkaisuilla
- Tekonurmien ja muoveja sisältävien täyteaineiden materiaalikierrätyksen kehittyminen muun muovinkierrätyksen rinnalla
- Tekonurmimaton materiaalien ja rakenteen kehittyminen ja yksinkertaistuminen
- Tekonurmimaton valmistaminen kierrätysmateriaaleista tai jopa biohajoavasta materiaalista
- Tekonurmien ja täyteaineiden materiaalikierrätyksen toteutuminen myös Suomessa
- Kumirouhetäytteen käytöstä luopuminen vaadittua nopeammalla aikataululla
- Käyttäjille ja ympäristölle haitattoman ja turvallisen, Suomen olosuhteissa toimivan täyteaineen kehittäminen

9.1 MATERIAALI KIERRÄTYKSEN VAIHTOEHTOJA

9.1.1 Pyrolyysi

Tulevaisuudessa tekonurmimattoja voisi olla kokonaisuudessaan mahdollista käsitellä pyrolyysilaitoksessa. Tällä hetkellä Suomessa on yksi tekonurmia pyrolyysillä käsitellyt laitos, jolla on muutakin muoviraaka-ainetta riittävästi, joten tekonurmien laajamittaisempaa käsittelyä varten tarvittaisiin todennäköisesti toinen laitos.

Pyrolyysin hyvänä puolena on se, että sen avulla on mahdollista saada fossiilinen materiaali takaisin kiertoon ja käytetyn materiaalin hyödyntämiskohteita voi olla useita. Pyrolyysin hyödyntämiseksi tekonurmimaton materiaalikierrätyksessä tulisi kuitenkin kehittää toimivat tavat ja toimijaverkostot täyteaineiden tarkkaan poistamiseen matoista etukäteen. Lisäksi täyteaineille tarvitaan toimivat materiaalikierrätystavat.

Pyrolyysi ei kuitenkaan ole sallittu käsittelymenetelmä POP-yhdisteitä sisältäville raaka-aineille. Mikäli tekonurmimatoissa esiintyy POP-yhdisteitä yli sallitun raja-arvon, ei pyrolyysiä voida hyödyntää.

9.1.2 Materiaalin kehittymisen mahdollistama kierrätys

Tällä hetkellä Suomessa toimivissa muovinkierrätyslaitoksissa käsitellään pakkausmuovia, joka on tuottajavastuun alainen jäte. Muovilaadut ovat samoja kuin tekonurmissa yleisesti käytettävät muovit, mutta prosessien vaatiessa muovilaatujen erottelua toisistaan, on tekonurmen nukka liian pientä silppua käsiteltäväksi prosessissa. (Fortum Waste Solutions, 2024)

Tulevaisuuden mahdollisuutena on se, että tekonurmimaton materiaali yksinkertaistuu tai muuttuu niin, että sitä voisi käsitellä muun muovijätteen kuin pakkausmuovin kanssa samassa laitoksessa. Sellaista laitosta ei Suomessa ole, mutta tulevaisuudessa, jos muovituotteita aletaan kierrättämään enemmän, voisi sellaiselle olla tarvetta ja mahdolliset markkinat.

Tekonurmimaton materiaalin yksinkertaistamisella voidaan tarkoittaa eri muovilaatujen vähentämistä nurmimaton rakenteessa. Teknisiä valmiuksia olisi jo siihen, että polyuretaani saadaan pois rakenteesta, jolloin matto muodostuisi PE-nukkalangasta ja PP-taustakankaasta. PP ja PE ovat polyolefiinejä ja niiden sulamispisteet ovat päällekkäiset, joten ne voisi sulattaa ja granuloida samassa prosessissa. Haasteena on kierrätysmuovin markkina ja se, löytyykö kyseiselle sekoiteuusiomuovi- raaka-aineelle ostajia.

Tekonurmen rakenteen yksinkertaistaminen yksimuoviseen on myös mahdollista. Suomessa toimivista tekonurmen toimittajista esimerkiksi Lappset Oy on jo kokeillut tällaisia tekonurmimattoja ja kehittää niitä edelleen. Yksimuovinen, esimerkiksi leikkialueille soveltuva tekonurmimatto, voidaan tehdä kokonaan polyeteenistä, jolloin itse tuotteella on elinkaarensa lopussa kierrätysarvoa materiaalina. (Lappset Oy, 2024 a) Useat yritykset maailmalla yrittävät tällä hetkellä kehittää toimivaa yksipolymeeristä tekonurmimattoa, joka kestäisi myös pelialustana (Re-Match, 2024).

Yksi potentiaalinen keksintö tekonurmen kierrätettävyyden parantamiseksi on kehitteillä oleva tekniikka, jossa tekonurmen kuitujen sitomiseen käytettäisiin kuumaliiman kaltaista pohjaa. Toiveena olisi, että materiaalit saisi eroteltua ja kierrätettyä tehokkaasti uudelleen sulattamalla liima. Tekniikan toimimista käytännössä ei ole kuitenkaan vielä todennettu eikä tällaista tekonurmen rakennetta ole vielä laajasti käytössä. (Eunomia Research & Consulting Ltd for FIFA, 2017)

9.1.3 Esikäsittely Suomessa ja jatkokäsittely muualla

Yhtenä vaihtoehtona tekonurmen materiaalikierrätykselle olisi tehdä esikäsittely Suomessa ja jatkokäsittely muualla. Käytännössä se voisi tarkoittaa, että tekonurmimaton täytteet poistettaisiin matosta Suomessa, ja matto käsiteltäisiin muualla. Suomessa on täyteaineiden poistamiseen toimijoita, osaamista ja laitteita, ja tekonurmimaton käsittelijöitä on ulkomailla. Täyteaineisiin liittyvä kierrätys on kuitenkin osa näiden ulkomaisten toimijoiden liiketoimintaa, joten pelkkien tekonurmimattojen vastaanottoon voi liittyä enemmän neuvoteltavaa.

Hyötynä täyteaineiden poistamisessa Suomessa on kuljetuksen keveneminen, koska suurin osa tekonurmen massasta koostuu täyteaineista. Täyteaineista kumirouheen voisi käsitellä Suomessa esimerkiksi polttamalla sementtitehtaassa (Fortum Waste Solutions, 2024) ja hiekan hyödyntää maarakennuksessa tai maisemoinnissa.

9.2 MATERIAALI KIERRÄTYKSEN TEOLLINEN SYMBIOOSI SUOMESSA

Kappaleessa 8.2.1.4. esitetyn italialaisen tutkimuksen tapaan on mahdollista esittää skenaarioita tekonurmen loppukäsittelyn toimijaverkostosta Suomessa. Jotta tekonurmen materiaalikierrätys toimisi Suomessa kokonaisuudessaan, sille tulisi kehittää teollinen symbioosi, joka kattaa kaikkien tekonurmen osien hyödyntämisen. Esimerkki ketjusta, jonka jokaiseen kohtaan tarvittaisiin toimija:

1. Tekonurmen purku ja täytteiden erottaminen matosta
 - Toimijoita löytyy jo Suomesta.
2. Täytemateriaalien erotus toisistaan ja niiden puhdistus
 - Toimijoita ei löydy Suomesta.
3. Materiaalin keräävä yritys, joka toimittaa materiaalin oikeaan käsittelypaikkaan
 - Jätteen haltijan vastuulla
4. Täytteiden hyödyntäjät, jotka uudelleenkäyttävät esimerkiksi hiekan
 - Ei ole tällä hetkellä kysyntää ja hinta nousee kalliiksi.
5. Tekonurmimaton käsittelijä, esimerkiksi mekaaninen muovinkierrätys
 - Toimijoita ei tällä hetkellä löydy Suomesta.
6. Uusiomuovin käyttäjät.
 - Käyttäjiä voisi löytyä, mikäli uusiomuovin kustannukset pysyvät riittävän matalana tai lainsäädännön kautta tulee lisää painetta kierrätysmuoviosuudelle tuotteissa.

Esitettyyn ketjuun voisi liittyä myös toimija, joka kerää yhteen materiaalivirrat ja ohjaa ne sopiville toimijoille jatkokäsittelyyn.

9.3 TEKONURMEN HYÖTYKÄYTÖN HUOMIOIMINEN TEKONURMIEN JA NIIDEN PURKUTÖIDEN HANKINNOISSA

Tekonurmikenttien uusimisen urakoissa on oleellista määritellä tarjouspyynnöissä, mitä poistetulle tekonurmelle tulee tehdä, jotta se varmasti tulee asianmukaisesti käsitellyksi. Tarjouspyynnössä on hyvä myös kertoa, miten urakoitsija todentaa kyseessä olevan tekonurmen asianmukaisen käsittelyn. Tällä hetkellä monien suomalaisten kuntien tarjouspyynnöissä lukee vain, että poistettavan tekonurmen hävittäminen on urakoitsijan vastuulla, eikä hävittämiselle määritetä tarkempia kriteerejä. Yhtä lailla tilaajan tarjouspyynnön tekonurmea koskevilla laadullisilla vaatimuksilla on oleellinen rooli siinä, että siirtymä paremmin kierrätettävissä olevaan tekonurmeen olisi mahdollinen. Niin kauan, kuin uuden nurmen ominaisuuksille tai vanhan nurmen kierrätykselle ei esitetä selkeitä laadullisia vaatimuksia tilaajien taholta eikä muutakaan ohjausta ja valvontaa asiaan ole, urakoitsijat tarjoavat halvimalla toteutettavaa vaihtoehtoa tarjouskilpailussa, jossa hinta on valintakriteeri. Jos tilaajat ovat valmiita maksamaan nykyistä ekologisemmista vaihtoehdoista ja vaatimaan mahdollisesti kalliimpia vaihtoehtoja kilpailutuksessaan, kenttien uusintaurakoita tekevien yritysten on myös mahdollista tarjota ja kehittää ekologisempia vaihtoehtoja. Samoin kierrätysmateriaaleista valmistettavan tekonurmimaton tai uudelleenkäytettävän täyteainehiekan käyttö voi hinnan takia lisääntyä uusien vastaavien käyttöön verrattuna vain, jos tilaajatahot niitä pyytävät. Jos kyseessä on urheiluseuran ylläpitämä kenttä, kunnat voivat sisällyttää kenttään liittyviä vaatimuksia kenttien maanvuokrasopimuksiin.

Tätä selvitystä varten tehdyissä haastatteluissa tuli ilmi, että Ruotsissa ja Norjassa ainakin osalla kaupungeista on purkamiseen ja kierrätykseen liittyviä vaatimuksia tarjouspyynnöissään. Alla esimerkkiotteita ruotsalaisten ja norjalaisten kaupunkien tarjouspyynnöistä suomennettuina.

Ote Tukholman kaupungin tarjouspyynnöstä:

Tekonurmijärjestelmä, joka sisältää tekonurmen ja täyteaineet (hiekkä ja granulaatti), puretaan ja on ensisijaisesti kuljetettava hyväksytyyn laitokseen materiaalikierrätystä varten EU/ETA-alueella. Materiaalikierrätys on suoritettava vähintään 95 % osuudella. Tarjouksentekijän on toimitettava viimeistään aloituspalaverissa todistus siitä, että vastaanottavat laitokset täyttävät käsittelyvaatimukset.

Jos tekonurmea tai täyttöaineita ei ole mahdollista materiaalikierrättää, materiaali on energiahyödynnettävä hyväksytyssä laitoksessa. Jos jokin osa tekonurmijärjestelmästä suunnitellaan energiahyödynnettäväksi, kiinteistötoimistoa on informoitava tästä viimeistään aloituspalaverissa, ja mukana on oltava perustelut sekä todistus vastaanottavasta laitoksesta.

Urakoitsijan on viimeistään loppukatselmuksessa toimitettava todistus hyväksytyistä laitoksesta siitä, miten materiaali on käsitelty. Hyväksytyllä laitoksella tarkoitetaan seuraavaa: Jos kierrätys tapahtuu Ruotsissa, laitoksen on oltava Ruotsin luonnonsuojeluviranomaisen (Naturvårdsverket) hyväksymä, ja jos kierrätys tapahtuu toisessa maassa, sen on oltava hyväksytty vastaavan lainsäädännön mukaisesti. Todistus tästä on näytettävä tilaajalle.

(Fromell, Johan; KJ Byggadmin AB, 2024)

Ote Oslon kaupungin tarjouspyynnöstä:

4.1 Vaatimukset tekonurmijärjestelmän purkamiselle ja hävittämiselle

Olemassa oleva tekonurmi on purettava, poistettava ja hävitettävä. Pääurakoitsijan on täytettävä kaikki saastelakia koskevat vaatimukset ja säädökset.

Tekonurmi on lähetettävä käsittelyyn uudelleenkäyttöä ja materiaalikierrätystä varten. Alustaa ja taustakangasta voidaan käyttää energiaksi. Tekonurmijärjestelmä on lähetettävä toimijalle, jolla on valtion hallintoviranomaisen (tai vastaavan viranomaisen) lupa vastaanottaa, tilapäisesti varastoida ja käsitellä tekonurmijärjestelmiä.

Toimijan on oltava sertifioitu ISO 14001/Miljöfyrtårn -standardin mukaisesti.

Asiakkaalla on oikeus päästä käsiksi käytännön toteutuksen ja dokumentoinnin prosesseihin. Kaupunkiympäristöhallinnon on saatava mahdollisuus vierailta vastaanottotiloissa tarkastusta varten omasta pyynnöstään.

Huom! Tekonurmijärjestelmän purkamisen aikana on varmistettava, että irtonaiset muovisia sisältävät täyteaineet eivät leviä ympäristöön tai alapuolisiin kerroksiin. Esimerkiksi ime-mällä rouhetta tai muulla vastaavalla/paremmalla menetelmällä. Tekonurmen rullauksen yhteydessä täyteainerouhetta ei saa sekoittua ja jäädä tasoituskerrokseen. Siivousmenetelmä on kuvattava urakoitsijan ratkaisuehdotuksessa.

4.1.1 Vaatimukset tekonurmen hävittämiselle täytöaineen kanssa

1. Valmistettu/käsitelty uudelleenkäyttöä varten:
 - a. Täyteaine
2. Materiaalikierrätys:
 - a. Tekonurminukka
 - b. Täyteaine, jos uudelleenkäyttö ei ole mahdollista
 - c. Taustakangas, jos mahdollista
3. Energian talteenotto
 - a. Taustakangas, jos materiaalikierrätys ei ole mahdollista
 - b. Jätteet/hienot materiaalit, joita ei voida kierrättää

Pääurakoitsija on vastuussa tekonurmen käsittelemisestä näiden vaatimusten mukaisesti.

4.1.2 Vaatimukset joustokerroksen hävittämiselle

Pohjaa on käytettävä uudelleen, jos se on mahdollista. Vaihtoehtoisesti on sallittua, että joustokerroksen materiaali kierrätetään tai lähetetään energian talteenottoon.

Pääkonsultti on vastuussa joustokerroksen käsittelystä näiden vaatimusten mukaisesti.

4.2 Vaatimukset dokumentoinnille

Dokumentaatio, jonka pääurakoitsijan on toimitettava kaupunkiympäristöhallinnolle vähintään:

- *Vastaanottotodistus, joka osoittaa, mitä on vastaanotettu ja määrä, mitä on talteen otettu ja miten.*
 - *Kaikki määrät on ilmoitettava jokaiselle yksittäiselle komponentille.*
 - *Pyynnöstä tarjoajan on pystyttävä toimittamaan dokumentaatio tuotteiden/komponenttien vastaanottajasta toimitetusta tekonurmiraikaisesta.*
- *Dokumentaatio siitä, että jätteen vastaanotto on laillista (sallittu käsitellä tätä jätteen tyyppiä).*

4.3 Vaatimukset jätteen viennin dokumentoinnille

Jätettä vietäessä Norjan ulkopuolelle, tullidokumentaatio on myös lähetettävä heti, kun se on saatavilla:

- *Sopimus maasta viejän ja maahantuojan välillä.*
- *Kopio ilmoitusasiakirjasta (ilmoitusasiakirja).*
- *Mukana kulkeva asiakirja raportoitavasta jätteestä (liikunta-asiakirja).*
- *Norjan ympäristöviranomaisen kirjallinen suostumus jätteen lähettämiseen (kirjallinen suostumus).*
- *Kopio vientiselvityksestä lähetyksineen ja sarjanumeroineen.*
- *Täyteaineita sisältävä tekonurmi on lähetettävä toimijalle, joka on sertifioitu ISO 14034:2016 (EUETV-järjestelmän tai vastaavan) mukaan. Muut merkintäjärjestelmät, jotka vahvistavat, että palvelut täyttävät vastaavat merkintävaatimukset, sekä muu dokumentaatio, joka osoittaa, että merkintävaatimuksia on noudatettu, hyväksytään, jos toimittajalla ei ole mahdollisuutta osallistua merkintäjärjestelmään tai vastaavaan merkintäjärjestelmään määräajan puitteissa, eikä tämä johdu itse toimittajasta.*

(Kjos, Ola; City of Oslo, 2024)

Pohjoismaiset jalkapalloliitot ovat tällä hetkellä yhdessä valmistelemassa tarjouspyyntöohjetta kunnille ja jalkapalloseuroille. Ohjeeseen sisältyy myös kierrätettävyyteen liittyvää ohjeistusta ja se valmistunee vuoden 2024 aikana. (Palloliitto, 2024 a)

Tänä vuonna on myös tulossa käyttöön EMEA Synthetic Turf Councilin tekonurmikentän energiatoimisto. Sen avulla asiakkaat Euroopassa voivat jatkossa vaatia, että tekonurmialan yrityksen tulee selvittää omasta tuotteestaan kunkin komponentin hiilijalanjälki ja paljonko energiaa tuotteeseen on käytetty. Todistukseen liittyy myös tuotteen kierrätettävyys. (Palloliitto, 2024 a)

Yksi mahdollinen tulevaisuuden suunta on, että seurat ja kunnat liisaavat pelikentät tekonurmiyritykseltä, jolloin vastuu kierrätyksestä on tekonurmiyrityksellä.

10. JATKOSELVITYSAIHEET

Suomessa käytettyjen tekonurmien elinkaaren loppuvaiheen päästöjen selvittäminen
Mikä olisi päästöjen, ympäristön sekä kokonaistaloudellisuuden kannalta suositeltavin käytettyjen tekonurmien käsittelyvaihtoehto: energiahyödyntäminen Suomessa vai kuljetus ulkomaille materiaalikierrätykseen?

11. LÄHTEET

- Alanen, E. (2020). *Jalkapallokenttien materiaalit ja ympäristövaikutukset*. Tampereen yliopisto.
- All Sports Recycled*. (2024). Noudettu osoitteesta Solutions:
<https://www.turfrecyclers.it/solutions/>
- Berger, L. (2016). *Recycling and Reuse of Crumb Rubber Infill Used in Synthetic Turf Athletic Fields*.
- CCGrass. (2021). *How & What Is Grass Made out of | Artificial Grass Manufacturing*. Noudettu osoitteesta <https://www.ccgrass.com/how-is-grass-made-artificial-grass-manufacturing/>
- CHOI, T. S. (2016). *Patenttinro KR20160079587 (A)*.
- EMEA - Synthetic Turf Council. (2023). *European Commission adopts measures to restrict intentionally added microplastics*. Noudettu osoitteesta <https://www.estc.info/european-commission-adopts-measures-to-restrict-intentionally-added-microplastics/>
- Espoon kaupunki. (2024). (Ramboll, Haastattelija)
- (2021). *ESTC Guide Processing End of Life Synthetic Turf Sports Surfaces*. Synthetic Turf Council. Noudettu osoitteesta <https://www.estc.info/wp-content/uploads/2021/07/ESTC-guide-Processing-End-of-Life-Synthetic-Turf-Sports-Surfaces-Edition-2021-FINAL.pdf>
- EU 2019/1021*. (ei pvm). Noudettu osoitteesta Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukset (EU) 2019/1021, annettu 20 päivänä kesäkuuta 2019, pysyvistä orgaanisista yhdisteistä:
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32019R1021>
- Eunomia Research & Consulting Ltd for FIFA. (2017). *Environmental Impact Study on Artificial Football Turf*.
- European Patent Office. (22. 04 2024). *Espacenet Patent Search*. Noudettu osoitteesta worldwide.espacenet.com
- Fortum Waste Solutions. (2024). (Ramboll, Haastattelija)
- Fromell, Johan; KJ Byggadmin AB. (2024). 2.1. Rmabeskrivning, Totalentreprenad, Bromstens IP, omläggning konstgräs, Förfrågningsunderlag. Stockholms stad.
- GBN. (2024). Noudettu osoitteesta Artificial grass recycling: <https://www.gbn-agr.nl/en/Greenside-tekonurmi-Tekonurmen-asennusohjeet>
- Greenside-tekonurmi - Tekonurmen asennusohjeet*. (08. 03 2024). Noudettu osoitteesta <https://greenside.fi/pages/tekonurmen-asennusohjeet>
- Grönholm, P. (7. 10 2024). Muoviset tekonurmet yleistyvät omakotitalojen pihilla – Näin espoolaispariskunta perustelee valintaansa. *Helsingin Sanomat*. Noudettu osoitteesta <https://www.hs.fi/pkseutu/art-2000010711751.html>
- Helsingin kaupunki. (2024). (Ramboll, Haastattelija)
- How & What Is Artificial Grass Made out of | Artificial Grass Manufacturing*. (4. Toukokuu 2024). Noudettu osoitteesta CCGrass nettisivut: https://www.ccgrass.com/how-is-grass-made-artificial-grass-manufacturing/#Turf_Production_Process_%E2%80%93_Tufting_of_Artificial_Grass_Manufacturing
- Inside FIFA*. (2024). Noudettu osoitteesta Football Technology & Innovation Documents:
<https://inside.fifa.com/technical/football-technology/documents>
- Inside FIFA*. (2024 a). Noudettu osoitteesta The FIFA Quality marks explained:
<https://inside.fifa.com/technical/football-technology/standards/footballs/fifa-quality-marks-explained>
- Inside FIFA*. (7. 11 2024 b). Noudettu osoitteesta Resource hub, Playing surfaces, Football turf, Installations, Finland: <https://inside.fifa.com/technical/football-technology/resource-hub?QualityProgram=2dyEhBLr3R7qJOJtJysyGi&Category=4tRGtRgphzJb8fXjxCUTp9&Country=Finland&Page=1>
- (2024). *Jalkapallon kenttä- ja hallimääräykset*. Palloliitto. Noudettu osoitteesta <https://www-assets.palloliitto.fi/62562/1704200014-jalkapallon-kentta-ja-hallimaaraykset-2024-final.pdf>

- Jätelaki 2011/646. (ei pvm). Noudettu osoitteesta
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646>
- Jätteiden kansainväliset siirrot.* (23. Helmikuu 2024). Noudettu osoitteesta Ympäristöhallinnon verkkopalvelu: <https://www.ymparisto.fi/fi/luvut-ja-velvoitteet/jatteiden-kansainvaliset-siirrot>
- Kauhala-Lundberg, t. (2024). *Tekonurmikenttien täyteainevaihtoehdot tulevaisuudessa.* Hämeen ammattikorkeakoulu.
- Kekäläinen, E.; Jaatinen, L.; & Jernvall, R. (2024). *Tekonurmikenttien kierrätyspilotti. Innovaatioprojekti.* Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- Kjos, Ola; City of Oslo. (2024). 4 existing artificial grass system. ote englanniksi käännetystä tarjouspyynnöstä.
- Lappset. (2024). *Lappset Puuruuhe™ - tekonurmen täyteaine.* Noudettu osoitteesta
<https://www.lappset.com/fi-FI/tuotteet/ratkaisut/jalkapallokentat/lappset-puuruuhe>
- Lappset Oy. (2024 a). Käytettyjen tekonurmien hyötykäyttö. (Ramboll Finland Oy, Haastattelija)
- Lee, J. H. (2017). *Patenttinro KR101780954 (B1).*
- Magnusson, S.; & Mácsik, J. (2020). *Risk management measures for infill containment.*
- Marinelli, S.; Butturi, M. A.; Rimini, B.; Gamberini, R.; & Sellitto, M. A. (2021). *Estimating the Circularity Performance of an Emerging Industrial Symbiosis Network: The Case of Recycled Plastic Fibers in Reinforced Concrete.*
- Mezzoforte Oy. (2024). Kirjallinen tiedonanto.
- Motiva Oy. (11. 10 2024). Ulkoleikkivälineiden ja -kalusteiden kriteerit varhaiskasvatuksen hankintojen haitallisten aineiden vähentämisen Green Deal-sopimuksessa. (Helsingin kaupunki, Haastattelija)
- Nordic Turf Oy. (2024). *Kaikki tekonurmesta.* Noudettu osoitteesta <https://www.nordicturf.fi/>
- Norjan jalkapalloliitto. (2024). (R. F. Oy, Haastattelija)
- Oslo kaupunki. (2024). (Ramboll Finland Oy, Haastattelija)
- Oulun kaupunki. (2024). (Ramboll Finland Oy, Haastattelija)
- Palloliitto.* (2024). Noudettu osoitteesta Jalkapallo-olosuhteet ja ympäristö:
<https://www.palloliitto.fi/seurakehitys/olosuhteiden-kehittaminen/jalkapallo-olosuhteet-ja-ymparist>
- Palloliitto. (2024 a). (Ramboll, Haastattelija)
- Palloliitto. (2024 b). *Palloliitto.fi.* Noudettu osoitteesta Jalkapallo-olosuhteet ja ympäristö. Tutkimuksia ja raportteja tekonurmikenttien ympäristövaikutuksista.:
<https://www.palloliitto.fi/seurakehitys/olosuhteiden-kehittaminen/jalkapallo-olosuhteet-ja-ymparist>
- (2011). *Pesäpallokentän tekonurmipinnoitteen vaatimukset.* Helsinki: Suomen Pesäpalloliitto ry.
- Polytan. (2022). *Natural Infills - The Green Side Of The Pitch.* Noudettu osoitteesta
<https://www.polytan.com/blog/synthetic-turf-playing-field/natural-infills/>
- Raitis, A. (2022). *Tekonurmikenttien kierrätys Suomessa.* opinnäytetyö, Turun ammattikorkeakoulu, Energia ja ympäristötekniikka, Turku. Noudettu osoitteesta
<https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2022121530188>
- Re-Match. (29. 10 2024). sähköposti.
- ReTurf. (2023). *What Are Artificial Grass Blades Made of?* Noudettu osoitteesta
<https://returf.com/what-are-artificial-turf-blades-made-of/>
- Saltex. (2024 a). Noudettu osoitteesta Saltex part of Unisport Group: <https://saltex.fi/fi/etusivu/>
- Saltex. (2024 b). (Ramboll Finland Oy, Haastattelija)
- Setälä, O.; & Suikkanen (toim.), S. (2020). *Suomen merialueen roskaantumisen lähteet. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 9 / 2020.* Helsinki: Suomen Ympäristökeskus (SYKE). Noudettu osoitteesta <http://hdl.handle.net/10138/313542>
- Signorini, C.; & Volpini, V. (2021). Mechanical Performance of Fiber Reinforced Cement Composites Including Fully-Recycled Plastic Fibers. *Fibers, 9.* doi:<https://doi.org/10.3390/fib9030016>

- Sinkkonen, A. (Esiintyjä). (14. 5 2024). *Maaperän terveysvaikutukset kaupungeissa. Eläköön kaupunkimaaperä! Kohti maaperälähtöistä suunnittelua. Ympäristötiedon foorumin seminaari*. Helsinki.
- SIS Pitches. (13. 3 2019). *The definitive guide to all types of sports pitches: hybrid, synthetic, 2G, 3G, 4G, and 5G*. Haettu 24. 10 2024 osoitteesta <https://www.sispitches.com/the-definitive-guide-to-all-types-of-astro turf-pitches-2g-3g-4g-and-beyond/>
- Svenska Fotbollförbundet. (2020). *Svenska Fotbollförbundets råd för skötsel och underhåll av konstgräsplaner*.
- Tampereen kaupunki. (2024). (Ramboll , Haastattelija)
- (2011). *Tekonurmiopas*. Opetus- ja kulttuuriministeriö, Suomen palloliitto ry.
- (2024). *TERMINATE -raportti. Syken raportteja luonnos x/2025*.
- Unisport. (2024 a). Noudettu osoitteesta Unisport: <https://www.unisport.com/fi/unisport-yrityksena>
- Unisport. (2024 b). *Tekonurmi jalkapalloon ja kaikkeen urheiluun*. Noudettu osoitteesta [Unisport.com / Tuotteet ja palvelut: https://www.unisport.com/fi/tekonurmi-jalkapalloon-ja-kai kkeen-urheiluun](https://www.unisport.com/fi/tekonurmi-jalkapalloon-ja-kai kkeen-urheiluun)
- Valtioneuvoston asetus jätteistä 978/2021. (ei pvm). Noudettu osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2021/20210978>
- Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista 331/2013. (ei pvm). Noudettu osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130331>
- Vasileios, R.;Patricia, U.;Edoardo, R.;& Kassab, A. (2023). *Chemical recycling of plastics*. CEPS In-depth Analysis. Noudettu osoitteesta https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/2023-07/Chemical%20recycling%20of%20plastics_0.pdf
- Vasiliou, V. (2024). The European Union Ban on Microplastics Includes Artificial Turf Crumb Rubber Infill: Other Nations Should Follow Suit. *Environmental Science & Technology*, 2591 - 2594. Noudettu osoitteesta <https://pubs.acs.org/doi/epdf/10.1021/acs.est.4c00047>
- WANG WEI, X. D. (2014). *Patenttinro CN104060518 (A)*.
- WasteWise. (2024 a). Noudettu osoitteesta Teknologia: <https://www.wastewise.fi/teknologia/>
- WasteWise. (2024 b). (Ramboll, Haastattelija)
- Ympäristöministeriö. (2024). *POP-jätteen käsittelyopas*. Helsinki: Ympäristöministeriö. Noudettu osoitteesta https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/165706/YM_2024_24.pdf?sequence=1&isAllowed=y