



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

*Rakennustekniikan laitos*

*Maa- ja pohjarakenteet. Tutkimusraportti.*

Tapani Jäniskangas

## Yleisurheilukenttien jousto-ominaisuudet



Tampere 2008

Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Maa- ja pohjarakenteet.  
Tutkimusraportti  
Tampere University of Technology. Department of Civil Engineering. Institute of Earth and  
Foundation Structures.  
Research Report

Tapani Jäniskangas

## **Yleisurheilukenttien jousto-ominaisuudet**

Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Maa- ja pohjarakenteet  
Tampere 2008

ISBN 978-952-15-3050-0



## **Alkusanat**

Tämä tutkimus on toteutettu Suomen Urheiluliiton aloitteesta ja Opetusministeriön rahoituksella.

Tutkimuksessa kehitetty mittausmenetelmä vastaa pääpiirteissään kansainvälisen yleisurheiluliiton IAAF:n mukaista joustomittausta.

Tutkimuksen seurantaryhmään ovat kuuluneet rakennustarkastaja Mauri Peltovuori Opetusministeriöstä ja olosuhdepäällikkö Mika Muukka Suomen Urheiluliitosta. Tämän tutkimuksen on tehnyt tutkija Tapani Jäniskangas Tampereen teknillisestä yliopistosta.

Tampereella joulukuussa 2008

Tapani Jäniskangas

## Sisällysluettelo:

Alkusanat.....	1
1 Taustaa.....	3
2 Pinnoitteen jousto-ominaisuuksista.....	4
3 Kimmoisuuden (jouston) mittaaminen kannettavalla pudotuspainolaitteella.....	4
4 Kenttämittaukset.....	5
4.1 Olympiastadion.....	6
4.2 Turun Paavo Nurmi –stadion.....	8
4.3 Lappeenrannan Kimpisen urheilukenttä.....	8
4.4 Hämeenlinnan Kaurialan urheilukenttä.....	9
4.5 Kankaanpään urheilukenttä.....	10
5 Pinnoitteen peruskorjaus- ja uusimistarve.....	10
6 Yhteenveto.....	11

## 1 Taustaa

Kansainvälisen yleisurheiluliiton IAAF:n säännöissä edellytetään, että korkeimman tason kilpailutoiminnassa (MM-kisat, Olympialaiset, Maailman Cup ja muut tärkeät kilpailut) yleisurheilukentiltä vaaditaan 1 luokan sertifikaatti. Kenttätestausta ja tutkimusta varten IAAF on akkreditoinut 8 laboratoriota ympäri maailmaa. Suomessa ei ole IAAF:n akkreditoimaa laboratoriota.

IAAF sertifioi välineitä, kenttävarusteita, ratapinnoitteita ja urheilukenttiä (stadioneja). Päästäkseen 1 luokan stadionsertifikaattiin uuden tai vanhan pinnoitteen tulee olla IAAF:n hyväksymien pinnoitteiden listalla. Kentälle pitää tehdä myös joustomittaukset paikalla. Lisäksi kenttämittauksista (kaikki merkinnät ja korkeusasemat) pitää tehdä mittauspöytäkirja. IAAF:n 2 luokan sertifikaatti edellyttää, että pinnoite on sertifioitujen päällysteiden listalla. Sertifikaatin myöntäminen edellyttää myös kenttämittauksista (kaikki merkinnät ja korkeusasemat) tehtyä mittauspöytäkirjaa. Sertifioitujen päällysteiden listalle päästäkseen pinnoitteelta vaaditaan IAAF:n hyväksymän laboratorion tekemä tuotetesti. Suomelle lähin tällainen laboratorio on Norjassa. IAAF tekee lopullisen päätöksen pinnoitteen hyväksymisestä.

Suomessa käytetään pääasiassa tuotemerkkejä Sprintan tai Novotan (Conipur). Nämä tuotemerkit ovat IAAF:n listalla. IAAF:n sertifioitujen pinnoitteiden listalla oleva Mondo-pinnoite on tällä hetkellä suosituin maailman arvokisa-areenoiden päällyste. Muun muassa Pekingin olympialaisten suorituspaikat ovat pääsääntöisesti Mondo. Suomessa Mondo-pinnoite on Olympiastadionilla, Lappeenrannan Kimpisellä, Tampereen Ratinassa, Lapinlahdella ja Botnia-hallissa Vaasassa. Lisäksi Mondo on levitetty eri liikuntahallien suorituspaikoille.

Helsingin Olympiastadion on ainoa 1 luokan kenttä Suomessa (IAAF:n lista 1.3.2009). 2 luokkaan kelpuutetut kentät ovat: Jyväskylän Harjun Stadion (kentän pintamateriaali Conipur M), Lappeenrannan Kimpisen Stadion (kentän pintamateriaali Sportflex Super X, Mondo) ja Vaasan Kaarlenkenttä (kentän pintamateriaali Conipur SP).

Suomen Urheiluliitto on toivonut Tampereen teknillisestä yliopistosta virallista kansallista mittaajaa, mutta virallista sertifiointioikeutta ei kuitenkaan vielä ole.

Kentän joustomittauksessa IAAF mittaa laitteistollaan voiman vaimennusta (force reduction), mikä arvo halutaan tietää uusilta rakennettavilta ja kunnostetuilta kentiltä Suomessa.

Tutkimuksen tarkoituksena oli mitata Helsingin Olympiastadionin, Lappeenrannan ja Turun yleisurheilukenttien jousto-ominaisuuksista voiman vaimennus TTY:n laitteistolla (mittaus Loadmanilla sopivalla laitteistokokoonpanon muutoksella). Ko. kentät on mitannut myös IAAF:n akkreditoima laboratorio. Suoritetuilla mittauksilla saadaan vertailutieto akkreditoitujen laboratorion mittaustietoon. Lisäksi mitattiin kaksi vanhempaa kenttää niiden joustotason selvittämiseksi.

Nykyisillä kentillä on kestopäällysteen korjaamis-/kunnostustarvetta. Esimerkiksi päällysteen ruiskupinnoitetta tehdään aika ajoin, jotta pohjakerros ei haurastuisi auringonvalon vaikutuksesta. Kentän hallittu korjaus edellyttää tietoa suorituspaikkojen

joustosta ja korjatun kentänosan (esim. radan kuluneen osan uusiminen) joustosta, jotta kentän jousto-ominaisuudet pysyisivät samanlaisina.

## 2 Pinnoitteen jousto-ominaisuuksista

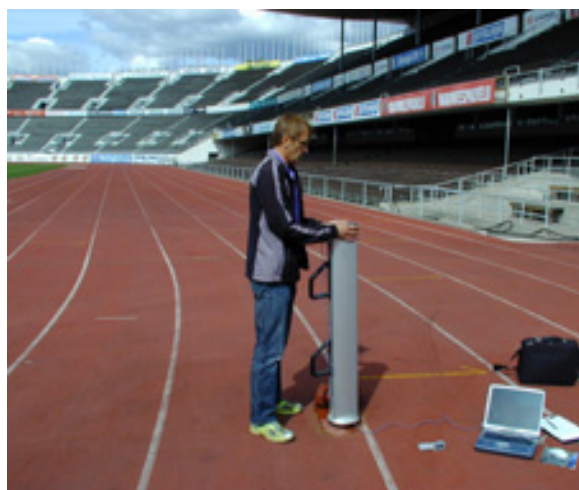
Kentän synteettinen pinnoite toimii kuin jousi, joka varastoi harmonisen voiman tekemää työtä puristuessaan, siis jalan ponnistaessa kentän pinnasta ja pyrkii palautumaan tasapainoon. Tällöin vapautuu potentiaalienergia liike-energiaksi, josta osa jää juoksijan käyttöön, osa värähtelyyn.

Joustavan kestopäällysteen rakennusaineina ovat erilaiset kumit sekä muovisideaineet, joiden seossuhteet ja kumilaadut vaihtelevat. Sideaineena käytetään joko 2- tai 1-komponenttista polyuretaania. Rakenteen jousto-ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa joustavan kerroksen materiaalivalinnoilla ja paksuutta muuttamalla. (*Opetusministeriö. Liikuntapaikkajulkaisu 82. Urheilukenttien suunnittelu- ja rakentamisopas. Tampere 2002*)

## 3 Kimmoisuuden (jouston) mittaaminen kannettavalla pudotuspainolaitteella

Suomessa urheilualustojen jousto-ominaisuuksien mittaamiseen käytetään kannettavaa pudotuspainolaitetta (Loadman, kuva 1). Kannettavalla pudotuspainolaitteella mitataan tutkittavan alustan painuminen laitteen aiheuttaman dynaamisen kuormituksen vaikutuksesta. Mittauksen vaikutussyvyyteen vaikuttaa kuormituslevyn halkaisija: Mitä suurempi mittauslevyn halkaisija on, sitä suurempi laitteen ”tehollinen” mittaussyvyys (Boussinesqin teoria).

Laitteessa oleva teräspaino pudotetaan vapaasti laitteen pohjalevyille. Painon pohjaan on kiinnitetty kumivaimennin, jonka avulla voidaan säätää sekä kuormituksen suuruutta että aikaa. Kuormitus aiheuttaa tutkittavan alustan painumisen, mikä mitataan kiihtyvyyssanturin avulla. Pudotuspainolaitteen mittauselektronikka on sijoitettu putken yläpäähän. Putken alapäähän on asennettu lisäksi voima-anturi.



Kuva 1. Urheilukentän joustomittaus.



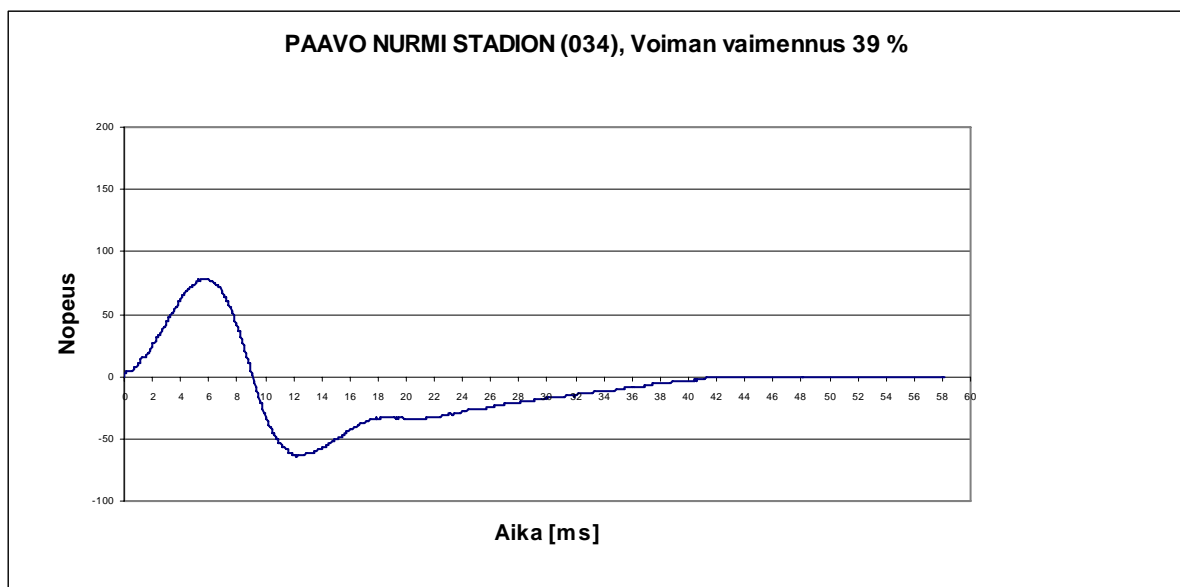
Voiman maksimiarvoa tutkittavalla alustalla ja jäykällä alustalla (betonilattia) verrataan. Voiman vaimennus lasketaan seuraavasti:

$$\text{Voiman vaimennus (\%)} = (1 - (F_s/F_b)) \cdot 100,$$

missä  $F_s$  = synteettiseltä pinnoitteelta mitattu voima-arvo

$F_b$  = betonilta mitattu voima-arvo

Loadman -laitteistolla kenttärakenteen pintakerroksen joustotapahtumaa kokonaisuudessaan voidaan arvioida pudotuspainomittauksesta saatavalla nopeus-aika -kuvaajalla. Ko. kuvaajasta nähdään laitteen painumis- ja palautumisnopeus ajan funktiona. Nopeus-aika -kuvaajassa (kuva 2) positiiviset arvot edustavat liikettä alaspäin, negatiiviset liikettä ylöspäin. Kenttärakenteen jousto-ominaisuuksista saadaan monipuolista tietoa voiman, kuormitusajan ja nopeus-aika -käyrän muodon perusteella.



Kuva 2. Paavo Nurmi Stadionin juoksuradan pinnalta mitattu nopeus-aika -kuvaaja.

## 4 Kenttämittaukset

Kenttäpinnoitteiden voiman vaimennus mitattiin kannettavalla pudotuspainolaitteella (Loadman). Vakiolaitteistoon nähden Loadmaniin on tehty kokoonpanomuutoksia (pohjalevy, kumivaimennin).

Kentiltä mitattiin myös pinnoitteen paksuus (160 mittauspistettä). Urheilukentän luokitusvaatimusten mukaan kilpaurheilukentän (luokka 2) ja stadionin (luokka 3) juoksuradan pinnan tulee olla muovisidonnainen, paksuudeltaan 13 mm. Suorituspaikkojen (pituushyppy ja kolmiloikka, seiväshyppy, korkeushyppy) päällysteen paksuuden on oltava vähintään 20 mm. (Opetusministeriö. Liikuntapaikkajulkaisu 82. Urheilukenttien suunnittelu- ja rakentamisopas. Tampere 2002)

Olympiastadionin, Paavo Nurmi -stadionin ja Lappeenrannan Kimpisen juoksuratojen pinnoitteen paksuudet vaihtelivat välillä 17 – 29 mm. Em. kentillä pinnoitteen mitattu paksuus koostuu vanhasta pinnoitteesta sekä vanhan päälle vedetystä uudesta pinnasta. Hämeenlinnan Kaurialan ja Kankaanpään kentän juoksuratojen pinnoitteen paksuudet vaihtelivat välillä 13 – 21 mm.

#### 4.1 Olympiastadion

Olympiastadionin juoksuradat ja muut suorituspaikat saivat v. 2005 Mondo Sportflex Super X päällysteen, joka on IAAF:n virallisesti hyväksymä yleisurheilupäällyste. Rullamattona levitetty mondo (kymmenen millia paksu) on liimattu vanhan hiotun/tasoitettun Novotan-pinnoitteen päälle. Olympiastadionin vanha Novotan CC-päällyste on tehty polyuretaanin ja kumirouheen seoksesta paikan päällä. Sportflex Super X on valmistettu synteettisestä kumista.

IAAF:n mukaisen kenttätestauksen on tehnyt INSTITUTO DE BIOMECHANICA DE VALENCIA 6.-7.6.2005. IBV:n mitaamat kentän voiman vaimennustulokset on esitetty taulukossa 1.

*Taulukko 1. Voiman vaimennusmittaustulokset (The Instituto de Biomechanica de Valencia (IBV)). Mittaukset on tehty 6.-7.6.2005.*

Alue	Lämpötila ja kosteus	Pinnan lämpötila [°C]	Voiman vaimennus [%]
1. Satunnaispiste etukaarteesta juoksuradalta	28 °C, 21 %	30,5	35
2. Satunnaispiste etukaarten päätyalueelta	23 °C, 27 %	30	41
3. Toisen radan keskeltä 130 metrin merkiltä takasuoralla	19 °C, 34 %	13,6	35
4. Viidennen radan keskeltä 160 metrin merkiltä takasuoralla	18 °C, 35 %	13,2	35
5. Ohuimmasta kohdasta takasuoralla	15 °C, 41 %	13	37
6. Satunnaispiste takakaarteesta juoksuradalta	23 °C, 31 %	33	37
7. Satunnaispiste takakaarteesta päätyalueelta	24 °C, 29 %	31,5	37
8. Radan 1 keskeltä 320 metrin merkiltä pääsuoralta	25 °C, 29 %	32,5	37
9. Radan 4 keskeltä 350 metrin merkiltä pääsuoralta	28 °C, 21 %	34	36
10. Ohuimmasta kohtaa pääsuoralta	26 °C, 26 %	38	35
11. Radan 8 keskeltä 390 metrin merkiltä pääsuoralta	34 °C, 19 %	37,5	38
12. Satunnaispiste ensimmäiseltä vauhdinottoalueelta	15 °C, 41 %	13,2	38

TTY:n Olympiastadionilla 25.9.07 tekemien mittausten aikana aurinko paistoi takasuoralla rataan. Sitä vastoin pääsuora oli varjossa. Pääsuoralla ja takasuoralla tehtyjen mittausten tulokset on esitetty taulukossa 2. Taulukosta 2 voidaan nähdä, että voiman vaimennus [%] mittauksissa pinnoitteen pintalämpötila vaikuttaa mittaustuloksiin. Varjossa olleelta pääsuoralta mitatun 10 pisteen (pinnoitteen paksuuden ka. 24 mm) voiman vaimennus oli 1,9 %-yksikköä pienempi kuin takasuoralta mitatun 10 pisteen (pinnoitteen paksuuden ka. 23,9 mm) voiman vaimennus. Takasuoralla pinnoitteen lämpötilan keskiarvo oli 24,5 °C ja pääsuoralla 15,9 °C.

*Taulukko 2. Voiman vaimennus ja päällysteen paksuus pää- ja takasuoralla.*

Pääsuora	Vaimennus [%]	Pinn.paks. [mm]	Lämpötila [°C]	Takasuora	Vaimennus [%]	Pinn.paks. [mm]	Lämpötila [°C]
rata 4, 100 m	39	24	18	rata 4, 300 m	41	22	27
rata 4, 90 m	39	24	19	rata 4, 290 m	39	22	25
rata 4, 80 m	41	22	15	rata 4, 280 m	38	22	25
rata 4, 70 m	38	26	15	rata 4, 270 m	43	26	25
rata 4, 60 m	43	27	15	rata 4, 260 m	44	23	25
rata 4, 50 m	40	23	15	rata 4, 250 m	44	25	24
rata 4, 40 m	39	23	15	rata 4, 240 m	44	26	24
rata 4, 30 m	41	22	15	rata 4, 230 m	43	26	22
rata 4, 20 m	41	25	15	rata 4, 220 m	42	23	23
rata 4, 10 m	42	24	17	rata 4, 210 m	44	24	25
<b>ka.</b>	<b>40,3</b>	24,0	15,9	<b>ka.</b>	<b>42,2</b>	23,9	24,5

Taulukossa 3 on esitetty vertailun vuoksi "samat" pisteet, jotka TTY on mitannut 25.9.2007 ja 6.8.2008 sekä IBV 6.-7.6.2005.

*Taulukko 3. TTY:n ja IBV:n mittaustulokset.*

Testauspiste	Vaimennus TTY [%]		Pinn. lämpötila [°C]		Pinn. paks. TTY [mm]	Vaimennus IBV [%]	Pinn. lämpötila IBV [°C]
	25.9.07	6.8.08	25.9.07	6.8.08			
3	42	41	24	22	25	35	13,6
4	38	39	15	23	23	35	13,2
8	39	39	15	29	24	37	32,5
11	41	42	27	20	26	38	37,5
<b>ka.</b>	40,0	40,3	20,3	23,5	24,5	36,3	24,2

Testauspiste 3: Radan 2 keskeltä 130 m merkiltä takasuoralta.

Testauspiste 4: Radan 5 keskeltä 160 m merkiltä takasuoralta.

Testauspiste 8: Radan 1 keskeltä 320 m merkiltä pääsuoralta.

Testauspiste 11: Radan 8 keskeltä 390 m merkiltä pääsuoralla.

TTY:n laitteistolla tehty mittaus antaa ratapinnoitteelle jonkin verran joustavampia tuloksia. Näyttäisi siltä, että TTY:n laitteisto reagoi paremmin pinnoitteen lämpötilan muutoksiin. Taulukossa 3 esitetyn päällysteen paksuuden ja voiman vaimennuksen välillä (TTY) on selvä suoraviivainen riippuvuus ( $R^2 = 0,90$ , huom! vain neljä mittauspistettä).

## 4.2 Turun Paavo Nurmi -stadion

Vanha vuonna 1989 valmistunut Spurtan-pinnoite uusittiin vuonna 2006.

IAAF mukaisen kenttätestauksen uusitulle pinnalle on tehnyt Norwegian Building Research Institute (NBI) 16.8.2006. NBI:n mittaamat kentän voiman vaimennustulokset on esitetty taulukossa 4. Mittausten aikana sää oli aurinkoinen ja lämpötila n. 25 °C.

*Taulukko 4. Mittaustulokset (NBI).*

Testauspiste	Paksuus [mm]	Voiman vaimennus [%]	IAAF:n vaatimus [%]
1	23	41	35 – 50
2	29	44	
3	29	48	
4	23	44	
5	23	43	
ka.	25,4	44,0	

TTY:n Paavo Nurmi -stadionilla 19.6.08 tekemien mittauksen (taulukko 5) aikana aurinko paistoi lämpötilan ollessa n. 23 °C. Kentän pinnan lämpötila oli 40 °C. Olosuhteet lienevät olleet aika samanlaiset NBI:n ja TTY:n tekemien mittauksen aikana. Päälysteen paksuuden ja voiman vaimennuksen välillä ei ole juurikaan riippuvuutta ( $R^2 = 0,33$ ). Syynä tähän saattaa olla kentän korkea pintalämpötila, jolloin päälysteen paksuuden merkitys joustoon vähenee.

*Taulukko 5. Mittaustulokset (TTY).*

Testauspiste	Paksuus [mm]	Voiman vaimennus [%]	Pinnoitteen pintalämpötila [°C]
1	22	41	40
2	29	41	40
3	28	42	40
4	27	41	40
5	23	38	40
ka.	25,8	40,6	40

NBI:n ja TTY:n mitaustulokset eroavat hieman toisistaan; NBI:n laitteistolla tehty mittaus antaa ratapinnoitteelle jonkin verran joustavampia tuloksia.

## 4.3 Lappeenrannan Kimpisen urheilukenttä

Kentällä olevan mondo-pinnoitteen alustana on vanha puhdistettu ja tasoitettu novotan-pinnoite (vuodelta 1989). Vanhan pinnan päälle v. 2006 vedetyn mondo-pinnoitteen paksuus on kymmenen millää.

IAAF mukaisen kenttätestauksen uusitulle pinnalle on tehnyt Norwegian Building Research Institute (NBI) 10.8.2006. NBI:n mittaamat kentän voiman vaimennustulokset on esitetty taulukossa 6. Mittausten aikana sää oli aurinkoinen ja lämpötila n. 25 °C.

*Taulukko 6. Kimpisen kentän mittaustulokset (NBI).*

Testauspiste	Paksuus [mm]	Voiman vaimennus [%]	IAAF:n vaatimus [%]
1	22	43	35 – 50
2	17	36	
3	21	39	
4	28	42	
5	23	40	
ka.	22,2	40,0	

TTY:n Lappeenrannan Kimpisellä 17.7.08 tekemien mittausten (taulukko 7) aikana oli puolipilvinen sää. Kentän pinnan lämpötila vaihteli 16-19 °C:n välillä. Olosuhteet lienevät hieman erilaiset NBI:n ja TTY:n tekemien mittausten aikana. NBI:n tekemien mittausten aikana kentän pintalämpötila on todennäköisesti ollut korkeampi (sää aurinkoinen, lämpötila 25 °C).

*Taulukko 7. Kimpisen kentänmittaustulokset (TTY).*

Testauspiste	Paksuus [mm]	Voiman vaimennus [%]	IAAF:n vaatimus [%]
1	22	39	35 – 50 %
2	19	35	
3	22	36	
4	27	39	
5	27	41	
ka.	23,4	38,0	

Päällysteen paksuuden ja voiman vaimennuksen välillä on selvä suoraviivainen riippuvuus ( $R^2 = 0,71$ , huom! vain viisi mittauspistettä).

#### **4.4 Hämeenlinnan Kaurialan urheilukenttä**

Yleisurheilukentän Novotan Ws-pinnoite on vuodelta 1981. Kaurialan kenttä on peruskorjattu vuonna 1988 ennen siellä järjestettyjä Kalevan Kisoja.

TTY:n 25.9.07 tekemien mittausten (taulukko 8) aikana kentän pinnan lämpötila oli 10-12 °C. Päällysteen paksuuden ja voiman vaimennuksen välillä on selvä suoraviivainen riippuvuus ( $R^2 = 0,93$ , huom! vain viisi mittauspistettä).

*Taulukko 8. Kaurialan kentän mittaustulokset (TTY).*

Testauspiste	Paksuus [mm]	Voiman vaimennus [%]	IAAF:n vaatimus [%]
1	16	34	35 – 50 %
2	16	36	
3	21	42	
4	14	28	
5	13	27	
ka.	16,0	33,4	

Päällysteen paksuus kentällä vaihtelee. Ohuimmilla kohdilla voiman vaimennus jää alle IAAF:n vaatimuksen 35 – 50 %. Alhaisempiin tuloksiin saattaa vaikuttaa se, että mittaus tehtiin syksyllä koleammissa oloissa kuin muiden kenttien mittaukset.

Kenttä on ruiskupinnoitettu kesällä 2008.

#### 4.5 Kankaanpään urheilukenttä

Kankaanpään yleisurheilukentän Novotan Ws-pinnoite on vuodelta 1984.

TTY:n 23.9.07 tekemien mittausten (taulukko 9) aikana ilman lämpötila oli 15 °C ja kentän pintalämpötila 25 °C. Taulukossa 9 on esitetty juoksuradoilta neljästä pisteestä mitattu voiman vaimennus. Päällysteen paksuuden ja voiman vaimennuksen välillä on täydellinen positiivinen riippuvuus ( $R^2 = 1$ , huom! vain neljä mittauspistettä).

*Taulukko 9. Kankaanpään kentän mittaustulokset (TTY).*

Testauspiste	Paksuus [mm]	Voiman vaimennus [%]	IAAF:n vaatimus [%]
A	15	41	35 – 50
B	19	45	
C	13	39	
D	17	43	
ka.	16,0	42,0	

Erot Kankaanpään ja Hämeenlinnan kentän voiman vaimennustasoissa oli keskimäärin 8,6 %-yksikköä. Kentillä on samanlainen ja lähes samanikäinen pinnoite. Mittauksissa kenttien pintojen lämpötilaero oli n. 15 °C.

### 5 Pinnoitteen peruskorjaus- ja uusimistarve

Kenttärakenteen pinnoitteen ikääntymisen, rakenteellisten heikkouksien ja käytön aiheuttaman kulumisen seurauksena kentän pinnoite voi olla peruskorjauksen tarpeessa.

IAAF:n vaatimus voiman vaimennukselle on 35 – 50 %. Voiman vaimennuksen jäädessä mittauksissa jossain kohtaa kenttää alle arvon 35 % suoritetaan lisämittauksia päällysteen ohuimmilta kohdilta. Mikäli lisämittauksissa todetaan, että arvot jäävät alle alarajan, kentän peruskorjaus on tarpeellinen joko alueellisesti (esim. jokin suorituspaikka) tai koko kentän osalta. Varsinkin, jos korjaus tehdään alueellisesti, on varmistuttava joustomittauksin kentän tasalaatuisuudesta. Korjatun kentänosan jousto ei saa poiketa merkittävästi muusta kentästä. Toisaalta kentän ollessa liian joustava suoritetaan lisämittauksia päällysteen paksummilta kohdilta.

Kentän korjauksen onnistumisen takaamiseksi kannattaa kenttä mitata peruskorjaustoimenpiteen jälkeen. Joustotason poiketessa merkittävästi muusta kentästä on aiheellista vaatia kentän peruskorjaajaa korjaamaan kenttä vaatimusten mukaiseksi. On voinut käydä esimerkiksi niin, että sisärataa uusittaessa sen jousto on eronnut

muiden ratojen joustosta. Esimerkiksi eräällä kentällä sisärata on jäänyt muita ratoja kovemmaksi peruskorjaustoimenpiteen jälkeen.

Yleisurheilukentän suorituspaikkojen pinta koostuu joustokerroksesta ja kulutuskerroksesta. Pinnoitteen uusiminen on ajankohtainen viimeistään silloin, kun kulutuskerroksessa on havaittavissa kulumista (joustokerrosta on näkyvissä). Vanha kenttäpinnoite voi olla myös lähes käyttökelvottomassa kunnossa ja vaarallinen käyttäjilleen. Kenttäpinnan korjaaminen maksaa 10-35 €/ m<sup>2</sup>, riippuen vaurion syvyydestä / laadusta.

Käytön seurauksena kulutuskerros kuluu. Uusimalla riittävän ajoissa kulutuskerros (ruiskupinnoitus) vältetään kalliimmalta joustokerroksen uusimiselta. Ruiskutuksen neliöhinta on korjattavissa kohteissa n. 10 €/ m<sup>2</sup> (alv. 0 %). Tällöin ruiskutuksen määrä on 1,8 kg / m<sup>2</sup>. Ruiskutusmassa sisältää 60 % värillistä polyuretaaniliimaa ja 40 % EPM kumirouhetta (raekoko 0,5 – 1 mm). Pinnoitteen levitys tapahtuu ruiskulla ja pinta jätetään rosoiseksi.

Kentän korjaamistarpeen määrittelyyn kuuluu silmämääräinen arviointi sekä päällysteen paksuuden (160 mittauspistettä) ja jouston mittaus. Tampereen teknillisessä yliopistossa kenttämittauksia ja arviointeja kenttien korjaamistarpeesta tekee tutkija Tapani Jäniskangas (<http://www.tut.fi>, [tapani.janiskangas@tut.fi](mailto:tapani.janiskangas@tut.fi)). Kentän tutkimusten hinta määräytyy tutkimuksen laajuuden mukaan (juoksuradat, muut suorituspaikat, kunnostustarpeen arviointi) ja on ilman arvolisäveroa n. 1500 € (+ matkakustannukset). Mahdollista korjaustarpeen arviointia koskevasta lausunnosta on sovittava erikseen.

Lisätietoja Loadman II -laitteistosta saa laitteen valmistajan [www](http://www.al-engineering.fi) -sivuilta (<http://www.al-engineering.fi>).

## 6 Yhteenveto

Voiman vaimennus voidaan mitata kannettavalla pudotuspainolaitteella (Loadman). Laitteella mitatut voiman vaimennustulokset vastaavat melko hyvin IAAF:n hyväksymän testilaitteen arvoja. Olympiastadionin voiman vaimennuksen 4 pisteen keskiarvoksi mitattiin Loadmanilla 40,3 % (6.8.2008) ja IAAF:n hyväksymällä testilaitteella 36,3 % (6.-7.6.2005, Instituto de Biomecanica de Valencia). Turun Paavo Nurmi -stadionin voiman vaimennuksen 5 pisteen keskiarvoksi mitattiin Loadmanilla 40,6 % (19.6.2008) ja IAAF:n hyväksymällä testilaitteella 44 % (16.8.2006, Norwegian Building Research Institute). Lappeenrannan Kimpisen urheilukentän voiman vaimennuksen 5 pisteen keskiarvoksi mitattiin Loadmanilla 38 % (19.6.2008) ja IAAF:n hyväksymällä testilaitteella 40 % (16.8.2006, Norwegian Building Research Institute).

Kentän pinnoitteen paksuus ja lämpötila vaikuttaa mittaustuloksiin. IAAF:n säännöissä edellytetään, että kenttätestauksessa voiman vaimennuksen pitää olla arvojen 35 % ja 50 % välillä millä tahansa pinnan lämpötilalla välillä 10... 40 °C.

Tehdyn tutkimuksen mukaan kannettava pudotuspainolaite (Loadman) soveltuu hyvin urheilukentille tehtäviin voiman vaimennusmittauksiin. Mittausten vastaavuus

edellyttää kuitenkin vakiolaitteistoon tehtyjä kokoonpanomuutoksia (pohjalevy, kumivaimennin).

Helsingin Olympiastadion (1 luokka), Lappeenrannan Kimpinen (2 luokka), Paavo Nurmi -stadion ja Kankaanpään yleisurheilukenttä täyttävät voiman vaimennukseltaan IAAF:n vaatimukset. Hämeenlinnan Kaurialan kenttä ei täytä kaikilta osiltaan vaatimusta; kenttä on paikoin liian kova. Kaurialan kenttä on mitattu 25.9.07, jonka jälkeen sen kulutuskerros on uusittu kesällä 2008. Kentän jousto-ominaisuudet ovat todennäköisesti parantuneet kunnostustoimenpiteen jälkeen. Kenttää ei ole kuitenkaan mitattu peruskorjauksen jälkeen.

Uudella yleisurheilukenttien mittaustavalla (Loadman) voidaan kentän joustosta saada myös lisäinformaatiota. Nopeus-aika -käyrästä voidaan arvioida kentän kimmoisuutta. Joustavampi kenttä palautuu hitaammin takaisin alkuperäisiin mittoihinsa kuin kova ja vähemmän joustava kenttä.