

ลูกฟุตบอล

ชินรัตน์ ลากพุลธนะอนันต์

หน่วยสารสนเทศและการสื่อสาร

ศูนย์วิจัยเทคโนโลยียาง มหาวิทยาลัยมหิดล



ฟุตบอล (football) หรือ ซอคเกอร์ (Soccer) เป็นหนึ่งในกีฬาที่ได้รับ ความนิยมมากที่สุดในปัจจุบัน โดยมีผู้สนใจที่จะชมการแข่งขันและเข้าร่วมเล่นมากที่สุดใน โลก ซึ่งคาดว่ากีฬาฟุตบอลมีต้นกำเนิดมาจากประเทศอังกฤษ แต่ทว่าเมื่อย้อนกลับไปใน อดีตจะพบว่า ได้มีการกล่าวถึงเรื่องกีฬาไว้ในหนังสือ “กั๋งฟู” ของท่านขงจื้อ โดยเฉพาะ อย่างยิ่งกีฬาที่ใช้เท้าและศีรษะในสมัยจักรพรรดิเซิงติ (Emperor Cneng Ti) (32 ปีก่อน คริสตกาล) ซึ่งมีการเล่นคล้ายกับกีฬาฟุตบอลเรียกว่า “Tsu-Chu” หมายถึง การเตะ ลูกหนังด้วยเท้า โดยลูกหนังที่ใช้ภายในอาจจะเป็นขนนกหรือเส้นผมและลูกบอลมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 30-40 เซนติเมตร กีฬาชนิดนี้ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง ต่อมาในปี พ.ศ. 2547 ทางฟีฟ่าได้ยอมรับว่า Tsu-Chu ของจีนถือเป็นต้นกำเนิดของกีฬาฟุตบอล

ลูกฟุตบอลในช่วงแรก คาดกันว่าน่าจะทำมาจากกระเพาะปัสสาวะหรือกระเพาะอาหารของสัตว์ ซึ่งเมื่อใช้เตะ ไประยะหนึ่งก็จะแตกได้ จนในช่วงศตวรรษที่ 19 ชาร์ลส กู๊ดเยียร์ (Charles Goodyear) ได้ริเริ่มใช้ยางสังเคราะห์ในการผลิต ฟุตบอลขึ้น หลังจากนั้นก็ได้มีการพัฒนารูปแบบ การวิจัยด้านเทคโนโลยี และอื่น ๆ เพื่อให้ลูกฟุตบอลมีประสิทธิภาพดีขึ้น

ประเภทของลูกฟุตบอลสามารถแบ่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 940-2562) ได้ดังนี้

1. การแบ่งตามประเภทวัสดุ

1. ทำด้วยหนังแท้
2. ทำด้วยหนังเทียม
3. ทำด้วยยาง (เฉพาะชั้นคุณภาพสำหรับฝึกซ้อม)

2. การแบ่งตามวิธีการทำของผิวชั้นนอก

1. หนังอัดที่ผนึกด้วยกาว
2. หนังเย็บที่เย็บด้วยมือหรือเครื่องจักร
3. ยางที่มีการขึ้นรูปและการอบด้วยความร้อน

3. การแบ่งตามวัตถุประสงค์การใช้งาน

1. การแข่งขันในระดับนานาชาติ
2. การแข่งขัน
3. การฝึกซ้อม



ตารางที่ 1 คุณสมบัติของขนาด เส้นรอบวง ความกลม และมวลของลูกฟุตบอลตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 940 – 2562)

คุณลักษณะ	ขนาด 5			ขนาด 4		ขนาด 3
	แข่งขันในระดับนานาชาติ	แข่งขัน	ฝึกซ้อม	แข่งขัน	ฝึกซ้อม	ฝึกซ้อม
เส้นรอบวง (มม.)	685-695	680-700	680-700	635-660	635-660	570-590
ความกลม ไม่เกิน (%)	1.5	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
มวล (กรัม)	420-445	410-450	410-450	350-390	350-390	300-320
การกระเดื่องตัว ต้องกระเดื่องตัวสูงขึ้น ดังนี้						
- ที่อุณหภูมิ 27 ± 2 °C (มม.)	1350-1550	1250-1550	1250-1550	1100-1600	1100-1600	-
- ที่อุณหภูมิ 5 °C (มม.)	1250	1150	-	1100	-	-
- ความแตกต่างระหว่าง การกระเดื่องตัวสูงสุดและต่ำสุดของ ลูกฟุตบอลตัวอย่าง 3 ลูก (มม.)	≤100	≤100	≤100	≤100	≤100	-
การรั่วซึม: ความดันภายในลูกฟุตบอลที่ลดลงจากเดิม ต้องไม่เกิน ร้อยละ	20	25	25	25	25	25
การดูดซึมน้ำ ไม่เกินร้อยละ	10	10	-	10	-	-

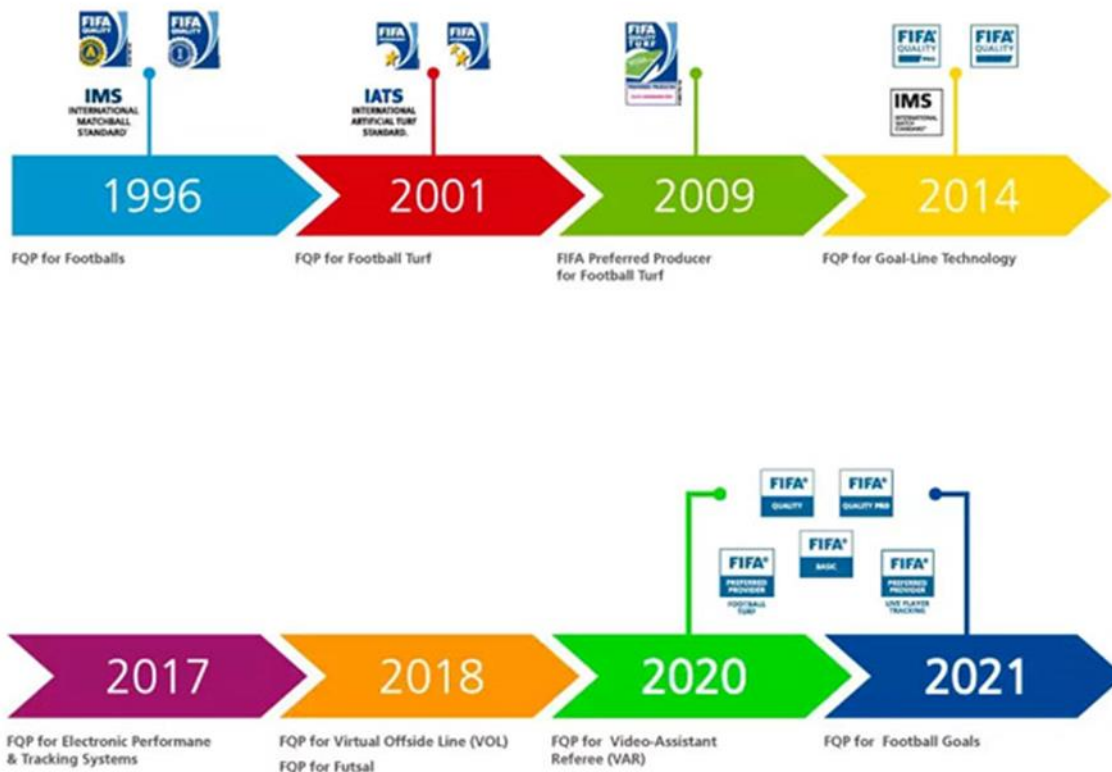
นอกจากมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) แล้ว ทางการศึกษาแห่งประเทศไทย ได้จัดทำคู่มือมาตรฐานสนามแข่งขัน และอุปกรณ์กีฬาฟุตบอล โดยระบุคุณลักษณะดังนี้

1. เป็นทรงกลม
2. ทำจากหนังหรือวัสดุอื่น ๆ ที่เหมาะสม
3. เส้นรอบวงไม่เกินกว่า 70 ซม. (28 นิ้ว) ไม่น้อยกว่า 68 ซม. (27 นิ้ว)
4. ในขณะที่เริ่มการแข่งขันน้ำหนักไม่เกิน 450 กรัม (16 ออนซ์) และไม่ต่ำกว่า 410 กรัม (14 ออนซ์)
5. ความดันลมเมื่อวัดที่ระดับน้ำทะเลเท่ากับ 0.6-1.1 กก./ตร.ซม. (600-1100 กรัม/ตร.ซม. หรือ 8.5- 15.6 ปอนด์/ตร.นิ้ว)

ในการแข่งขันต่าง ๆ ของสหพันธ์ฟุตบอลนานาชาติ และการแข่งขันภายใต้ความดูแลรับผิดชอบของสหพันธ์ฟุตบอลต่าง ๆ การยอมรับเกี่ยวกับลูกฟุตบอลที่ใช้แข่งขันจะต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขของลูกฟุตบอลข้อหนึ่งข้อใดใน 3 ข้อที่ระบุไว้ คือ






- มีสัญลักษณ์ได้รับการรับรองจากสหพันธ์ฟุตบอลนานาชาติ (FIFA Approved)
- มีสัญลักษณ์ที่ได้รับการตรวจสอบจากสหพันธ์ฟุตบอลนานาชาติ (FIFA Inspected)
- มีเครื่องหมายอ้างอิงว่าเป็นลูกฟุตบอลมาตรฐาน ใช้กับการแข่งขันระหว่างชาติ (International Matchball Standard, IMS)

เมื่อเดือนตุลาคม 2563 ทาง FIFA Quality Programme (FQP) ได้กำหนดให้ใช้เครื่องหมายคุณภาพของ FIFA เท่านั้นในอุตสาหกรรมฟุตบอล และได้ทำการแทนที่เครื่องหมาย IMS (International Match Standard) ด้วยเครื่องหมายคุณภาพตัวใหม่ คือ FIFA Basic อีกทั้งยังมีการออกแบบเครื่องหมายคุณภาพ FIFA Quality และ FIFA Quality Pro ใหม่ และยังคงใช้งานจนถึงปัจจุบัน



รูปที่ 1 การพัฒนาเครื่องหมายคุณภาพของ FIFA

ตารางที่ 2 เกณฑ์คุณภาพของเครื่องหมาย FIFA QUALITY PRO, FIFA QUALITY และ FIFA BASIC

คุณลักษณะ	ขนาด 5			ขนาด 4	
					
FIFA Football Test 01 เส้นรอบวง (ซม.)	68.5 – 69.5	68.5 – 69.5	68.5 – 69.5	63.5 – 66.0	63.5 – 66.0
FIFA Football Test 02 ความกลม ไม่เกิน (%)	1.5	1.8	1.8	1.8	1.8
FIFA Football Test 03 การกระเดื่องตัว ต้องกระเดื่องตัวสูงขึ้น (ซม.) ดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> • ที่อุณหภูมิ 20 °C (อุณหภูมิห้อง) • ที่อุณหภูมิ 5 °C • ความแตกต่างระหว่างการกระเดื่องตัวกลับสูงสุดและต่ำสุดของลูกฟุตบอลที่ทดสอบจำนวน 3 ลูก 	135 – 155 ต่ำสุด 125 สูงสุด 10	125 – 155 ต่ำสุด 115 สูงสุด 10	125 – 155 ต่ำสุด 115 สูงสุด 10	110 – 160 ต่ำสุด 110 สูงสุด 10	135 – 155 ต่ำสุด 110 สูงสุด 10
FIFA Football Test 04 การดูดซึมน้ำสูงสุด (%)	10	10	10	10	10
FIFA Football Test 05 มวล (กรัม)	420 – 445	410 – 450	410 – 450	350 – 390	350 – 390
FIFA Football Test 06 การสูญเสียแรงดันลม (%)	15	20	25	25	25
FIFA Football Test 07 การรักษารูปทรง/ขนาด <ul style="list-style-type: none"> • เส้นรอบวง (การเปลี่ยนแปลง) • ความกลม • แรงดันลม (การเปลี่ยนแปลง) • ตะเข็บ/วาล์ว 	สูงสุด 1.5 ซม. สูงสุด 1.5% สูงสุด 0.1 บาร์ ไม่ถูกทำลาย	สูงสุด 1.5 ซม. สูงสุด 1.8% สูงสุด 0.1 บาร์ ไม่ถูกทำลาย	-	-	-



เครื่องหมาย FIFA BASIC FIFA QUALITY PRO และ FIFA QUALITY

ในการแข่งขันฟุตบอลระดับประเทศและนานาชาติ มีการกำหนดให้ลูกฟุตบอลที่ใช้ในการแข่งขันของ FIFA และสหพันธ์ต้องเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพ โดยลูกฟุตบอลดังกล่าวจะต้องได้รับการทดสอบ รับรอง และทำเครื่องหมาย FIFA ซึ่งลูกฟุตบอลที่ผ่านการทดสอบและได้ใบรับรองคุณภาพตามโปรแกรม FIFA จาก Empa (Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology) จะได้รับเครื่องหมาย FIFA QUALITY PRO และ FIFA QUALITY ขณะที่การทดสอบและออกใบรับรอง และเครื่องหมาย FIFA BASIC จะดำเนินการโดย Sports Labs Ltd. และ PFI (Prüf- und Forschungsinstitut)

นอกจากนี้ในการแข่งขันการเลือกใช้ลูกฟุตบอลที่ได้มาตรฐานเดียวกันทั่วโลกถือเป็นสิ่งจำเป็น โดย FIFA ได้มีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพลูกฟุตบอลไว้ ซึ่ง International Matchball Standard (IMS) เป็นโปรแกรมการรับรองสำหรับลูกฟุตบอลที่จัดตั้งขึ้นโดยคณะกรรมการสมาคมฟุตบอลนานาชาติ (IFAB) และ FIFA เพื่อให้แน่ใจว่าลูกฟุตบอลที่ใช้ในการแข่งขันอย่างเป็นทางการเป็นไปตามมาตรฐานเดียวกัน ตั้งแต่ฟุตบอลระดับฝึกซ้อมไปจนถึงฟุตบอลโลก เพื่อช่วยให้การเลือกผลิตภัณฑ์ได้ตรงตามการแข่งขันที่ดีที่สุด ซึ่งข้อกำหนดในแต่ละเครื่องหมายในภาพรวม มีดังนี้

		
<p>ข้อกำหนดระบุว่าผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์พื้นฐาน ทั้งด้านประสิทธิภาพ ความแม่นยำ ความปลอดภัย และความทนทาน สำหรับลูกฟุตบอล ในขณะเดียวกัน ก็มีความคุ้มค่าสำหรับการใช้งานในทุกระดับของเกม</p>	<p>บ่งบอกว่า ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติที่เน้นถึงความทนทานและความปลอดภัย อีกทั้งพื้นผิวสนามและเทคโนโลยีการทดสอบได้มาตรฐานที่สูงกว่ามาตรฐาน FIFA Basic ทั้งในด้านการทดสอบประสิทธิภาพและความแม่นยำขั้นพื้นฐาน และจุดสำคัญคือการรับประกันถึงการใช้งานได้อย่างกว้างขวาง</p>	<p>ข้อกำหนดในการทดสอบเน้นไปที่ประสิทธิภาพ ความแม่นยำ และความปลอดภัยระดับเฟิร์สคลาส ผลิตภัณฑ์ พื้นผิวสนาม และเทคโนโลยีที่มีเครื่องหมายคุณภาพนี้ แสดงถึงการได้รับการออกแบบเพื่อประสิทธิภาพและการใช้งานในระดับสูงสุด</p>



กระบวนการผลิต

- วัสดุและสารเคมี

ตัวอย่างสารเคมีที่ใช้ในการผลิตลูกฟุตบอลแสดงดังตารางที่ 2 และสมบัติการทดสอบแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ตัวอย่างสูตรผสมเคมีของยางในลูกบอล

สูตรเคมี	ปริมาณ (phr)
ยางโบรโมบิวทิล	80
ยางธรรมชาติ	20
เขม่าดำ (N330)	55
แคลเซียมคาร์บอเนต	20
น้ำมันแอฟทานิก	6
กรดสเตียริก	2
เรซิน (aliphatic tackifying)	4
บิวทิลเบนโซโทอะโซลซัลฟิनाไมด์	1.5
กำมะถัน	1
ซิงก์ออกไซด์	3
ไอโซโพรพิลแซนเททเทอระซิลไฟด์	1

ตารางที่ 3 สมบัติของตัวอย่างยางในลูกบอล

สมบัติ	ค่าที่ได้
ความหนืด (ML 1+4 ที่ 100°C)	57.5
tc90 ที่ 160°C (นาที)	11.1
ความแข็ง (Shore A)	59
ความทนต่อแรงดึง (MPa)	13
การยืดตัว ณ จุดขาด (%)	457
300%โมดูลัส (MPa)	8.5
การกระเดื่องตัว (%)	13.4

- อุปกรณ์การผลิต

1. เครื่องบดผสมสองลูกกลิ้ง (two roll mill)
2. เครื่องอัดเบ้า (compression molding)
3. เครื่องฟั่นกาว



รูปที่ 2 (ก) แม่พิมพ์รูปมะเฟือง



รูปที่ 2 (ข) การอัดเข้าลูกบอล



รูปที่ 3 ลูกบอลยางในแบบไม่มีกาว (สีดำ) และมีกาวพัน (สีขาว)



ขั้นตอนการผลิตลูกฟุตบอลจากยางที่มีการขึ้นรูปและการอบด้วยความร้อน

1. บดผสมยางและสารเคมีด้วยเครื่องบดผสมสองลูกกลิ้ง
2. นำยางคอมพาวนด์ที่ได้มารีดเป็นแผ่นให้ได้ความหนาและขนาดที่ต้องการ จากนั้นจึงนำไปเจาะรูเพื่อใส่ลูกเด็กลมก่อนที่จะขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ที่มีลักษณะเป็นรูปมะเฟือง ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ฝาบน ฝาล่าง และแผ่นเหล็กพับ 2 แผ่นที่ติดกับฝาล่าง
3. นำแผ่นยางคอมพาวนด์ที่ติดลูกเด็กลมแล้วมาวางในแม่พิมพ์รูปมะเฟืองเพื่อขึ้นรูป โดยให้ลูกสูบลมอยู่กลางร่องแม่พิมพ์ แล้วพับยางสลับไปมากับแผ่นเหล็กทั้ง 2 แผ่น โดยแผ่นยางที่เหลืออยู่บนแผ่นเหล็กจะต้องพับประกบกันอีกรอบ แล้วจึงประกบด้วยฝาบนแม่พิมพ์ จากนั้นนำเข้าเครื่องกดอัดด้วยความร้อนเพื่อให้เกิดการเชื่อมติดของแผ่นยางคอมพาวนด์และลูกสูบลม
4. นำลูกบอลยางในที่ได้มาสูบลมพร้อมกับทำให้เกิดการวัลคาไนซ์ เพื่อให้ยางในที่ได้มีลักษณะกลม

5. นำยางในที่สุบลมแล้วมาพันด้วยด้ายไนลอนประมาณ 1,000 รอบ หรือแล้วแต่จำนวนรอบที่ต้องการ ซึ่งการกำหนดจำนวนรอบในการพันด้ายจะขึ้นอยู่กับการกระด้างตัว
6. นำยางในที่พันด้ายแล้วมาประกบด้วยยางชั้นกลางและวัลคาไนซ์ยางชั้นกลางที่สุบลมจนเต็มด้วยเครื่องอัดเข้า
7. เมื่อเกิดการวัลคาไนซ์แล้ว ลูกบอลที่ได้จะเกิดลายที่ผิวด้านนอกซึ่งทำให้ง่ายต่อการติดแผ่นหนัง
8. นำลูกบอลที่ได้มาติดเข็มเติมลมเพื่อไม่ให้ลมซึมออก จากนั้นจึงนำลูกบอลไปทากาวก่อนติดแผ่นหนัง โดยแผ่นหนังที่ใช้เป็นรูปห้าเหลี่ยมและหกเหลี่ยม
9. นำแผ่นหนังไปพันกาวและนำมาติดกับลูกบอล จากนั้นนำลูกบอลที่ได้มาอัดเข้าอีกรอบ เพื่อให้กาวเกิดการเชื่อมติดระหว่างผิวลูกบอลกับแผ่นหนังได้แน่นสนิทจนได้ลูกฟุตบอลที่ตรงตามมาตรฐานกำหนด ดังแสดงในตารางที่ 1



ลูกฟุตบอลอย่างเป็นทางการในทศวรรษปี 1930 - 1966



คำแนะนำในการเลือกใช้ลูกฟุตบอล

เนื่องจากราคาลูกฟุตบอลมีหลากหลาย ทำให้การตัดสินใจเลือกซื้อค่อนข้างยาก โดยเหตุผลที่ลูกฟุตบอลมีหลายราคาเพราะแต่ละรุ่นมีการผลิตที่แตกต่างกัน รวมถึงวัสดุที่ใช้ เช่น หนัง PU หนัง PVC หรือ หนัง TPU นอกจากนี้ ลูกฟุตบอลตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) มีถึง 3 ขนาด ซึ่งขนาดของลูกฟุตบอลสำหรับการแข่งขันอย่างเป็นทางการจะแตกต่างกันไปตามประเภทของการเล่นฟุตบอลหรือกลุ่มอายุของผู้เล่น ซึ่งแบ่งตามเส้นรอบวงลูกฟุตบอลสำหรับกลุ่มอายุและรูปแบบเกมต่าง ๆ ได้ดังนี้



- ลูกฟุตบอลขนาด 3 (U6-U8) เป็นลูกฟุตบอลสำหรับเด็กเล็ก และมีขนาดเล็กที่สุด มีเส้นรอบวง 23-24 นิ้ว และน้ำหนัก 300-320 กรัม
- ลูกฟุตบอลขนาด 4 (U9-U11) สำหรับเด็กอายุระหว่าง 9-11 ปี มีเส้นรอบวง 25-26 นิ้ว และน้ำหนัก 350-390 กรัม
- ลูกฟุตบอลขนาด 5 (U12, U13 ขึ้นไป) สำหรับผู้ใหญ่ ผู้เล่นเยาวชน มีเส้นรอบวง 27-28 นิ้ว และน้ำหนัก 410-450 กรัม



สิทธิบัตร

ตัวอย่างสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับลูกฟุตบอล

- US 2006/0160644 A1: Football and method for manufacturing same
- US 2653818 : Fabric reinforced football
- US 2143409 : Inflatable ball
- US 5383660 : Football with improved grip



เอกสารอ้างอิง

1. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 940-2562 ลูกฟุตบอล
2. <http://www.butylrubber.com>
3. <http://www.fifa.com/classicfootball/history/game/historygame1.html>
4. <http://www.thaiviewboard.com/กบนอกกะลา-25-กย-2552/>
5. <https://www.sportskeeda.com/football/what-football-made-of>
6. <https://www.soccer-for-kids.com/what-is-a-soccer-ball-made-of.html>
7. <https://www.compoundchem.com/2016/06/14/euro2016ball/>
8. <https://www.fifa.com/technical/football-technology>
9. <https://www.fifa.com/technical/football-technology/standards/footballs/fffa-quality-marks-explained>

10. <https://www.worldcupballs.info/world-cup-balls-history/>
11. <https://www.sportsballshop.co.uk/pages/how-do-footballs-become-fifa-approved>
12. <https://soccerballworld.com/fifa-soccer-ball-testing-and-approvals/>
13. <https://www.baanlaesuan.com/109648/design/history-of-adidas-world-cup-match-balls/2>
14. <https://www.compoundchem.com/2014/06/12/the-chemistry-of-the-world-cup-football/>
15. <https://www.compoundchem.com/2021/08/07/athletics-track/>
16. <https://laligasoccer.ca/blogs/product-guides/88501318-understanding-fifas-quality-programme-and-football-ratings-system>
17. <https://digitalhub.fifa.com/m/5d88f22cfef8c799/original/FIFA-Quality-Programme-for-Football-Testing-Manual.pdf>
18. <https://www.wip-news.com/news/articleView.html?idxno=5247>