

$$x(t) = x_0 + v_0 t + b \frac{t^2}{2} + c \frac{t^3}{6} + d \frac{t^4}{12} = x_0 + \int v dt$$

$$\frac{dx}{dt} = v(t) = v_0 + bt + c \frac{t^2}{2} + d \frac{t^3}{3} = v_0 + \int a dt$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = a(t) = b + ct + dt^2$$



SCISPORTS
SCIENCE SERVING FOOTBALL



Anatolij Babic

Data Science and Sports

16 Januari 2017

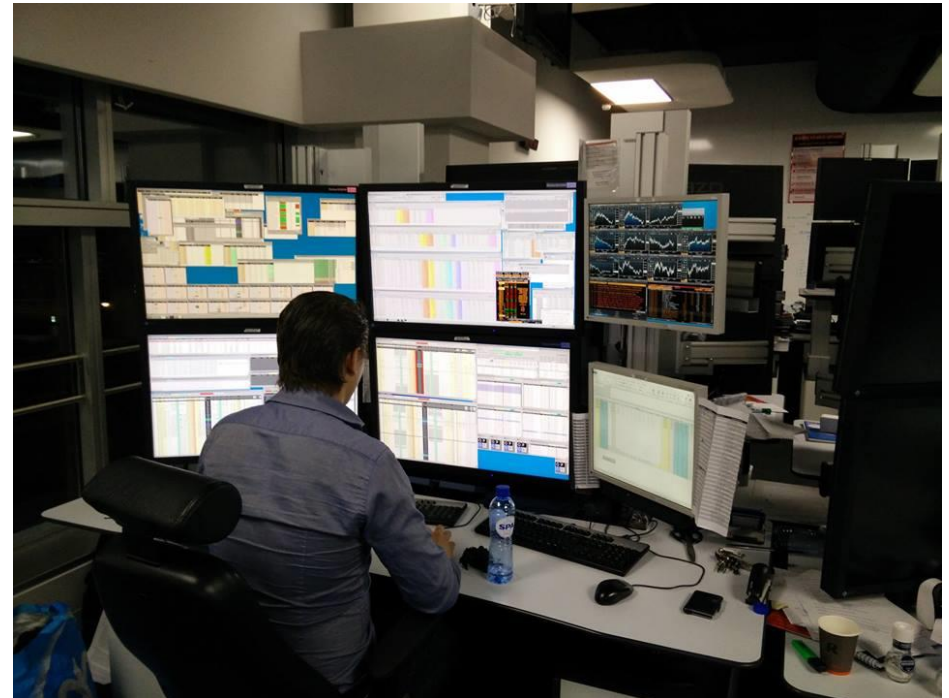
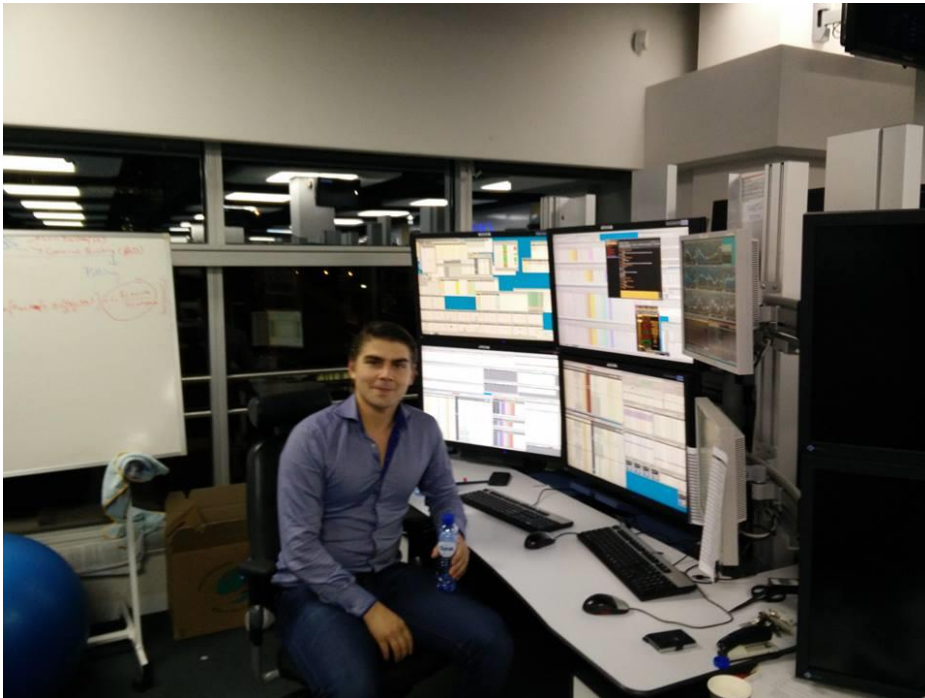


UNIVERSITY OF TWENTE.

Optiver Sep/2014 -Sep/2015

- Market Maker
- Bovespa – 12 Small Stocks Option Portfolio

optiver 



SCISPORTS

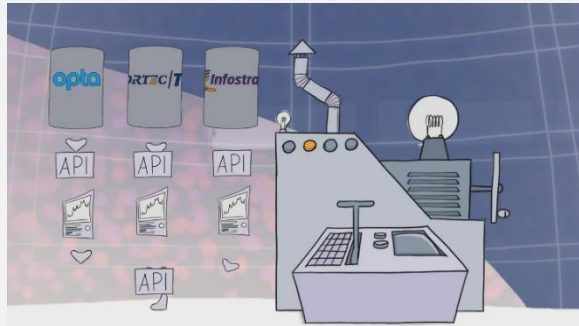
Science



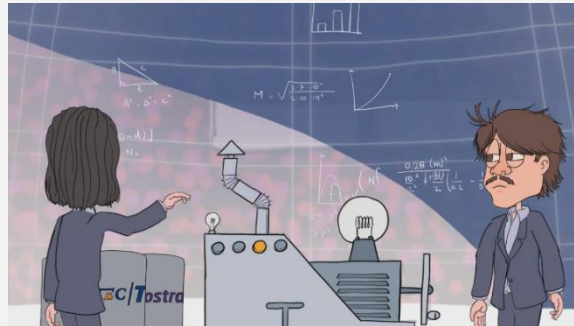
Sports



Waar het allemaal mee begon



Statistieken uit (semi-)openbare databronnen worden gecombineerd



Het SciSports algoritme waardeert spelers op basis van vaste kenmerken



De club geeft aan welk spelerstype zij graag aan zou trekken



Het SciSports zoekstelsel vindt spelers die matchen met het spelersprofiel

SCISPORTS

Flinke investering voor 'MRI-scan van voetbalwedstrijden'

SciSports haalde 1,35 miljoen euro op



Trip SciSports naar Silicon Valley



UT-spin-off SciSports gaat van 12 tot 21 september naar Silicon Valley. Het bedrijf is een van de achttien geselecteerde 'scale-ups' die Europa vertegenwoordigen bij het Startup Europe Comes to Silicon Valley-programma (SEC2SV).

SciSports is het enige Nederlandse bedrijf dat de trip maakt naar de Verenigde Staten, voor de tweede editie van het programma. EIT Digital en Mind the Bridge hebben de spin-off geselecteerd.

foto: Gijs van Ouwkerk

Geplaatst: 24 augustus 2016, 16:51

Door: Redactie

Tags: SciSports, Giels Brouwer

voetbal Silicon Valley

Voet aan de grond

Het SEC2SV-programma is bedoeld voor Europese start-ups, zodat zij voet aan de grond kunnen krijgen in de Verenigde Staten. Zo is Giels Brouwer, CEO van het bedrijf gespecialiseerd in voetbaldata-analyse, een week lang uitgenodigd in San Francisco om het verhaal van zijn bedrijf te presenteren, mensen te ontmoeten en een kijkje in de keuken te nemen bij bedrijven als Google en Microsoft.



Naamsbekendheid SciSports

- Startup Competities – oa PHIA, Kairos 50
- Diverse Media – Krant, Radio, TV, VI
- Tweede Kamer
- Next European Unicorn



Subjectiviteit in de Voetbalwereld

Quiz

Feiten en Mythes uit de voetbalwereld

Vraag 1:

Wie is de all-time topscorer van het
Nederlands Elftal?

Linker hand:

Johan Cruijff

Rechter hand:

Robin van Persie

Vraag 1:

Wie is de all-time topscorer van het
Nederlands Elftal?

Linker hand:

Rechter hand:

Johan Cruijff

Robin van Persie

31

0.69 per match

50

0.49 per match

Vraag 2:

Wie scoorde de eerste eigen goal
voor het Nederlands Elftal?

Linker hand:

Dico Defize

Rechter hand:

Ben Stom

Vraag 2:

Wie scoorde de eerste eigen goal
voor het Nederlands Elftal?

Linker hand:

Rechter hand:

Dico Defize

Ben Stom

Vraag 3:

Wie is de uitvinder van sportstatistiek?
(sabermetrics)

Linker hand:

Bill James

Rechter hand:

Sepp Blatter

Vraag 3:

Wie is de uitvinder van sportstatistiek?
(sabermetrics)

Linker hand:

Rechter hand:

Bill James

Sepp Blatter

Vraag 4:

Wie scoorde het meeste doelpunten
in het seizoen 2014/2015?

Linker hand:

Lionel Messi

Rechter hand:

Cristiano Ronaldo

Vraag 4:

Wie scoorde het meeste doelpunten
in het seizoen 2014/2015?

Linker hand:

Lionel Messi

58

Rechter hand:

Cristiano Ronaldo

61

Vraag 5:

“Of all the unimportant things,
Football is the most important?”

Linker hand:

Johan Cruijff

Rechter hand:

Pope John Paul II

Vraag 5:

“Of all the unimportant things,
Football is the most important?”

Linker hand:

Rechter hand:

Johan Cruijff

Pope John Paul II

Vraag 6:

“Wie gaf de meeste assists in de Spaanse Primera Division (2016/2017)?”

Linker hand:

Luis Suarez

Rechter hand:

Neymar

Vraag 6:

“Wie gaf de meeste assists in de Spaanse Primera Division (2016/2017)?”

Linker hand:

Luis Suarez

13

Rechter hand:

Neymar

11

Vraag 7:

“Welk percentage corners leidt tot een doelpunt?”

Linker hand:	3 procent
Rechter hand:	12 procent

Vraag 7:

“Welk percentage corners leidt tot een doelpunt?”

Linker hand:

3 procent

Rechter hand:

12 procent

Vraag 8:

“Welke club baseerde al hun strategische beslissingen op statistiek en werden in 2015 kampioen van hun competitie?”

Vraag 8:
FC Midtjylland
(Denemarken)

Question 9:

“Kinderen geboren in Januari hebben een hogere kans om geselecteerd te worden als profvoetballer.”

Linker hand:

Rechter hand:

Waar

Onwaar

Question 9:

“Kinderen geboren in Januari hebben een hogere kans om geselecteerd te worden als profvoetballer.”

Linker hand:

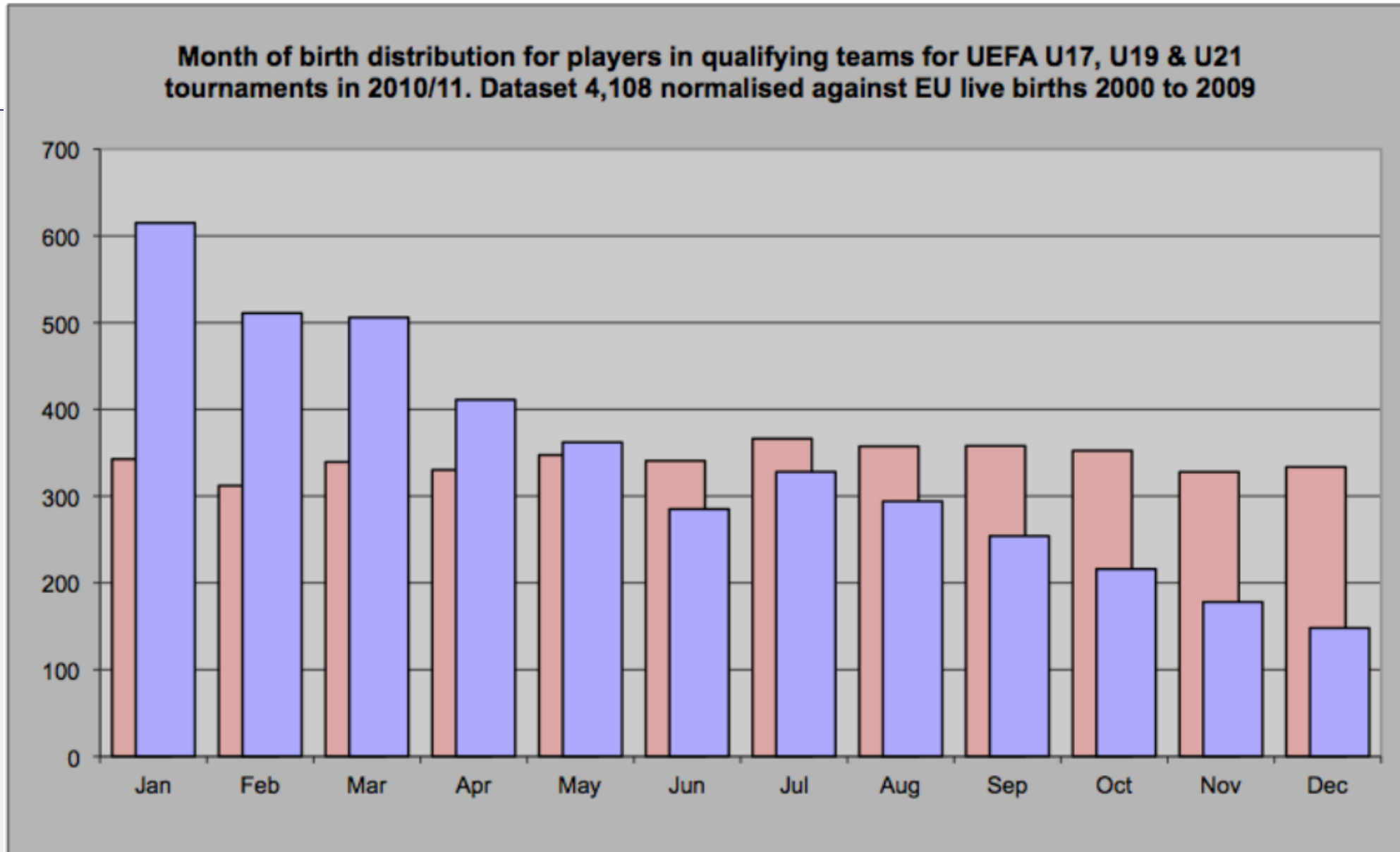
Waar

Rechter hand:

Onwaar

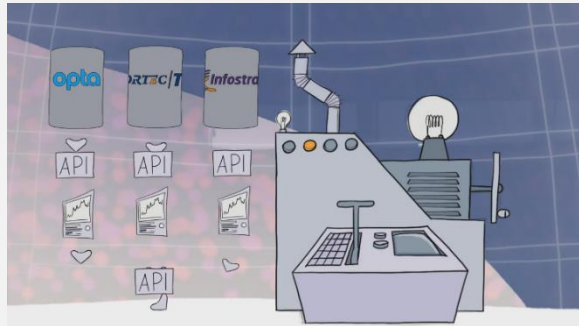
Maar waarom?

Relative Age Effect

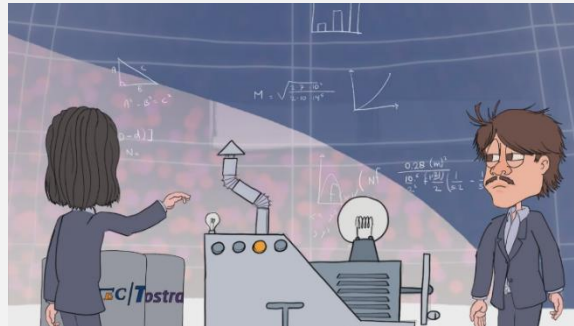


The initial idea of SciSports

Waar het allemaal mee begon



Statistieken worden gescraped uit (semi-)openbare databronnen



Het SciSports algoritme waardeert spelers op basis van vaste kenmerken



De club geeft aan welk spelerstype zij graag aan zou trekken



Het SciSports zoekstelsel vindt spelers die matchen met het spelersprofiel

Voorbeeld - Wout Weghorst

Seizoen	Competitie	Club	Selectie	⚽	P.p.w.	⚽	⚽	⚽	➡	⬅	🟡	🟠	🔴	🛑	🕒	🕒
13/14	Jupiler League		37	33	1,27	12	-	-	23	4	1	-	-	-	113'	1.354'

Oud-FC Emmen-speler Wout Weghorst naar AZ



Weghorst kost AZ 1,5 miljoen

Telegraaf.nl - 5 jul. 2016

Wout Weghorst is op weg naar AZ. De club uit Alkmaar heeft met Heracles Almelo een akkoord bereikt over de transfer van de 23-jarige ...

'AZ in gesprek met Weghorst na akkoord met Heracles Almelo'

Diepgaand - NU.nl - 6 jul. 2016

[Alle bekijken](#)



Voorbeeld – Memphis Depay



▲ Giels Brouwer van SciSports, met op de achtergrond een shirt van Memphis © SciSports

Nederlands bedrijf adviseerde Memphis in Lyon-transfer

Het Enschedese bedrijf SciSports heeft een belangrijke rol gespeeld bij de transfer van Memphis Depay naar Olympique Lyon. Het databureau maakte een rapport op voor de Oranje-international met geïnteresseerde clubs.



Databasebureau adviseerde Memphis Depay over transfer naar Lyon

Woensdag, 22 maart 2017 om 07:15



Databasebureau Sci Sports heeft een rol gespeeld in de transfer van Memphis Depay naar Olympique Lyon. Mede dankzij de bevindingen van het bureau grepen Everton, Fenerbahçe en clubs uit Italië en Spanje achter de aanvaller, die in januari de gelederen van Manchester United verliet.

SEG, het managementbureau van Depay, schakelde Sci Sports in om te laten onderzoeken waar de Oranje-international het best zou renderen. Het databasebureau zet kenmerken van spelers af tegen speelwijze, trainer en ploeggenoten bij de geïnteresseerde clubs. Aan de hand van alle statistieken wordt zo een transferadvies gegeven.

Bij Depay rolde Olympique Lyon uit de computer. "Ik had hem graag gehaald", erkent Dick Advocaat, de in de zomer vertrekkende trainer van Fenerbahçe, in gesprek met *Voetbal International*. "Maar ik moet zeggen dat de Ligue 1 goed bij hem past. Een fysiek sterke competitie, daar blijft hij met gemak overeind."



▲ Depay in actie voor Lyon © Getty Images

Dankzij dit bedrijf uit Enschede ging Depay naar Lyon

ENSCHEDSE - Het Enschedese bedrijf SciSports heeft een belangrijke rol gespeeld bij de transfer van Memphis Depay naar Olympique Lyon. Het databureau maakte een rapport op voor de Oranje-international met geïnteresseerde clubs. Op basis daarvan heeft Memphis gekozen voor Lyon, zo geeft het managementbureau van de voetballer aan.

The SciSports Proposition

Welke Nederlandse speler is het beste?



DIRK
KUIJT



RAFAEL
VAN DER VAART



WESLEY
SNEIJDER

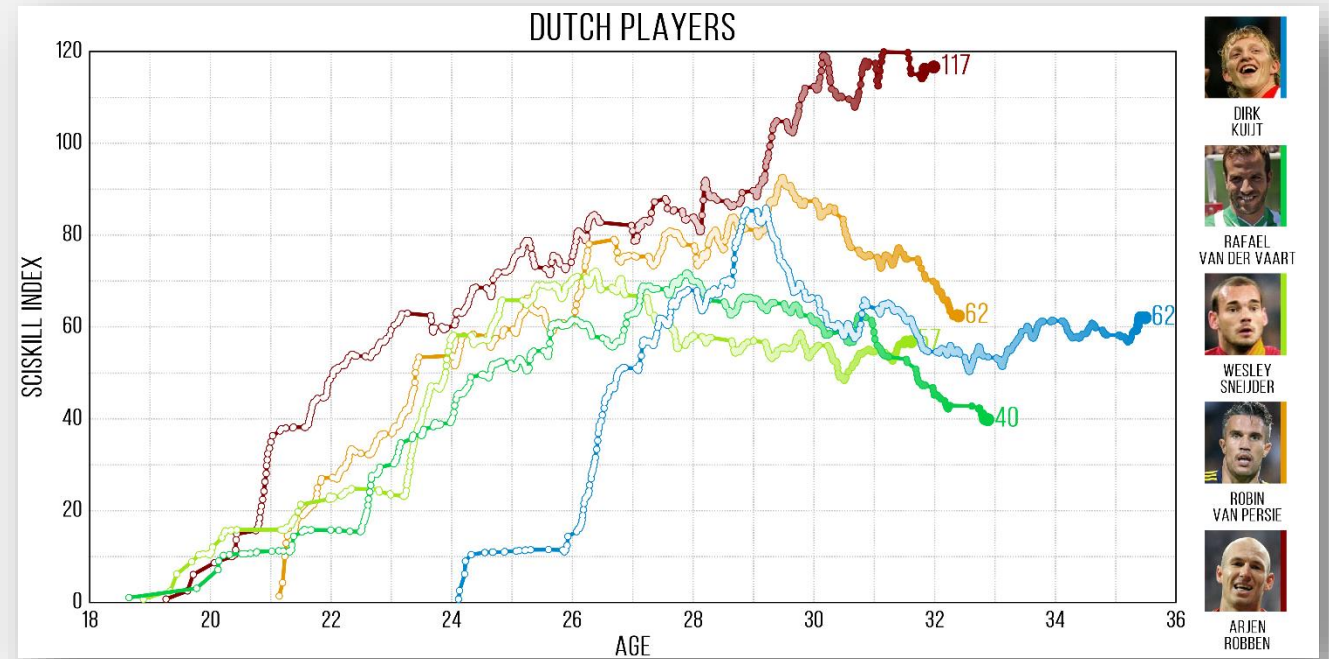


ROBIN
VAN PERSIE

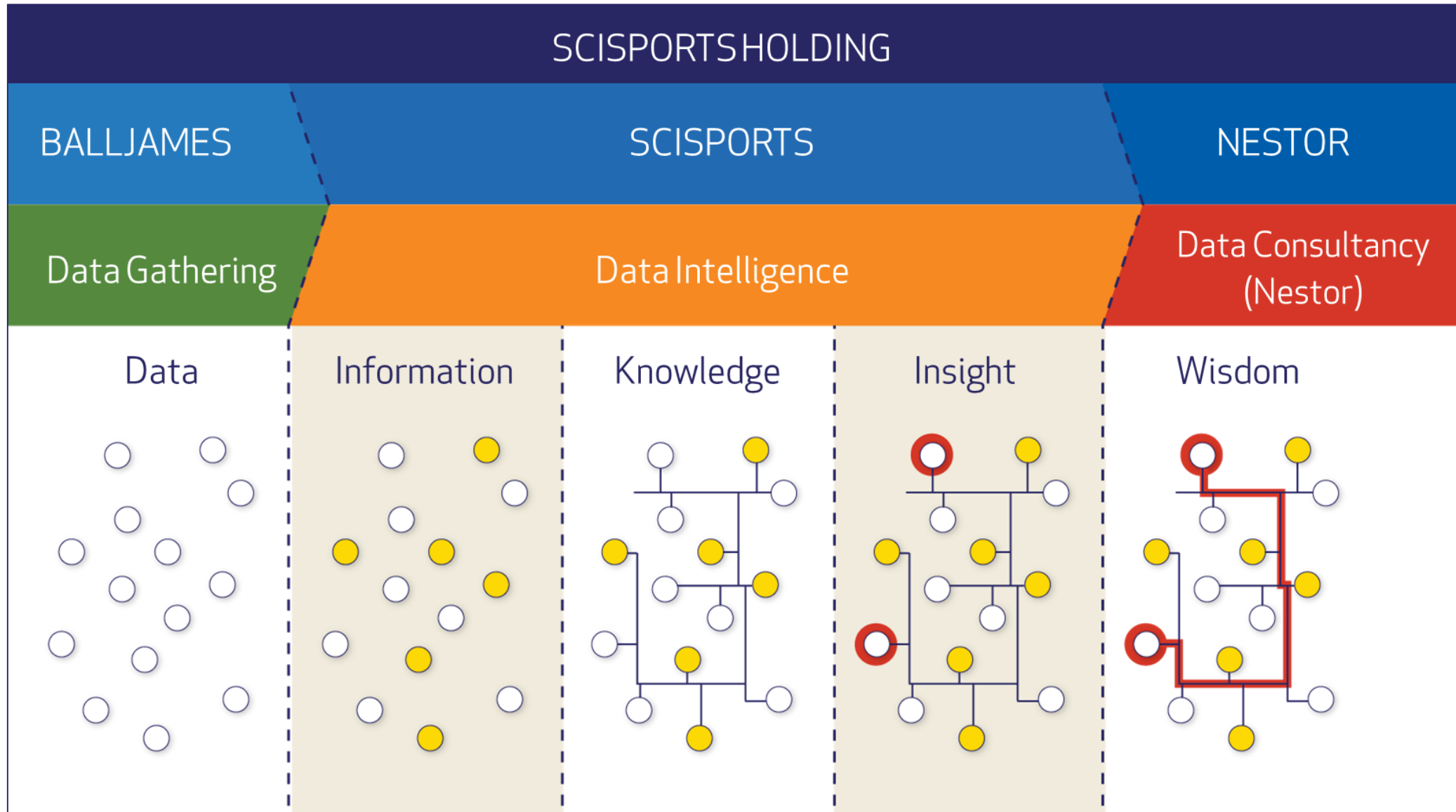


ARJEN
ROBBEN

Data Intelligence



Overzicht Bedrijf SciSports



Onze Producten



$$x(t) = x_0 + v_0 t + b \frac{t^2}{2} + c \frac{t^3}{6} + d \frac{t^4}{12} = x_0 + \int_0^t v dt$$

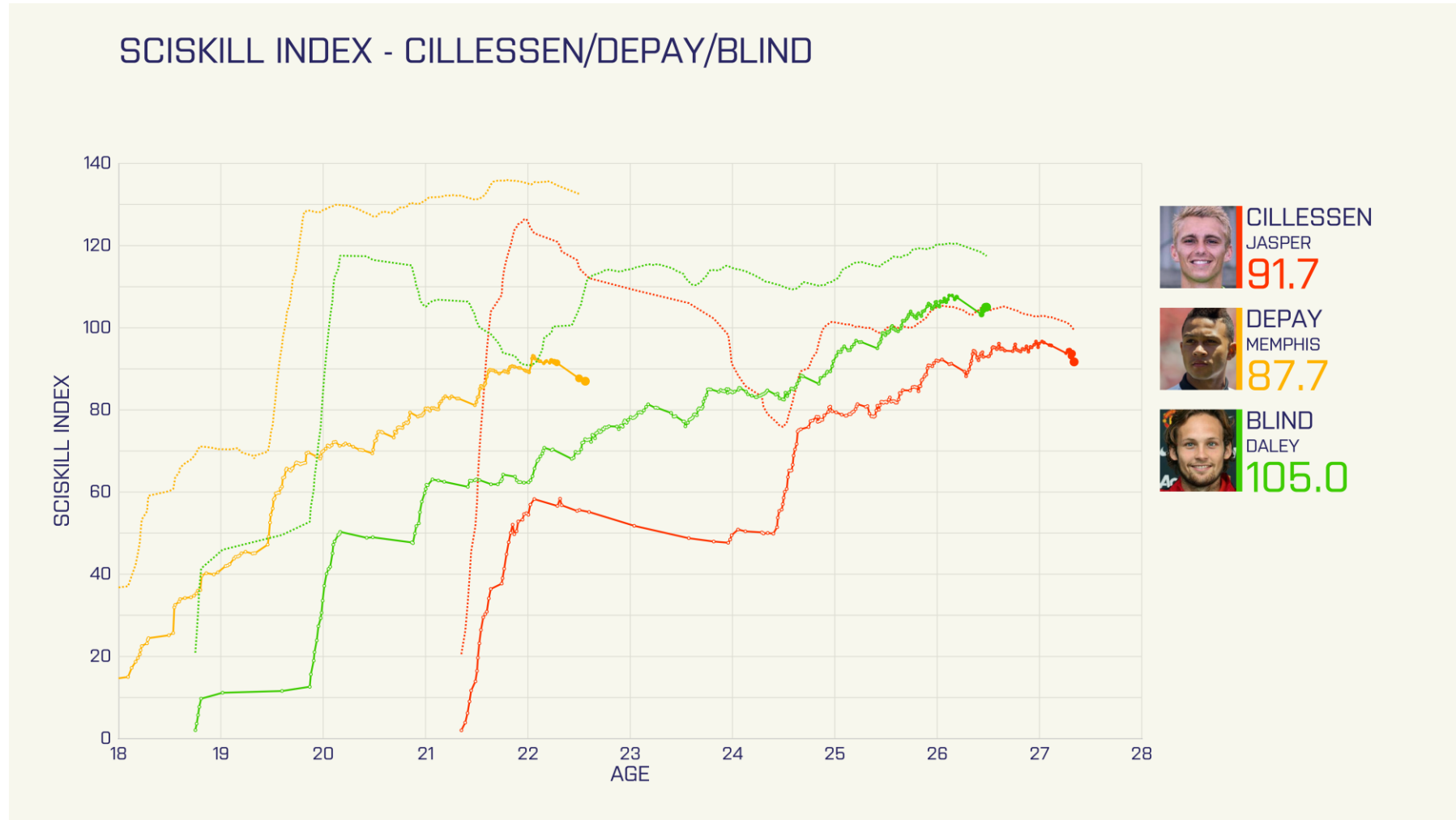
$$\frac{dx}{dt} = v(t) = v_0 + bt + c \frac{t^2}{2} + d \frac{t^3}{3} = v_0 + \int a dt$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = a(t) = b + ct + dt^2$$

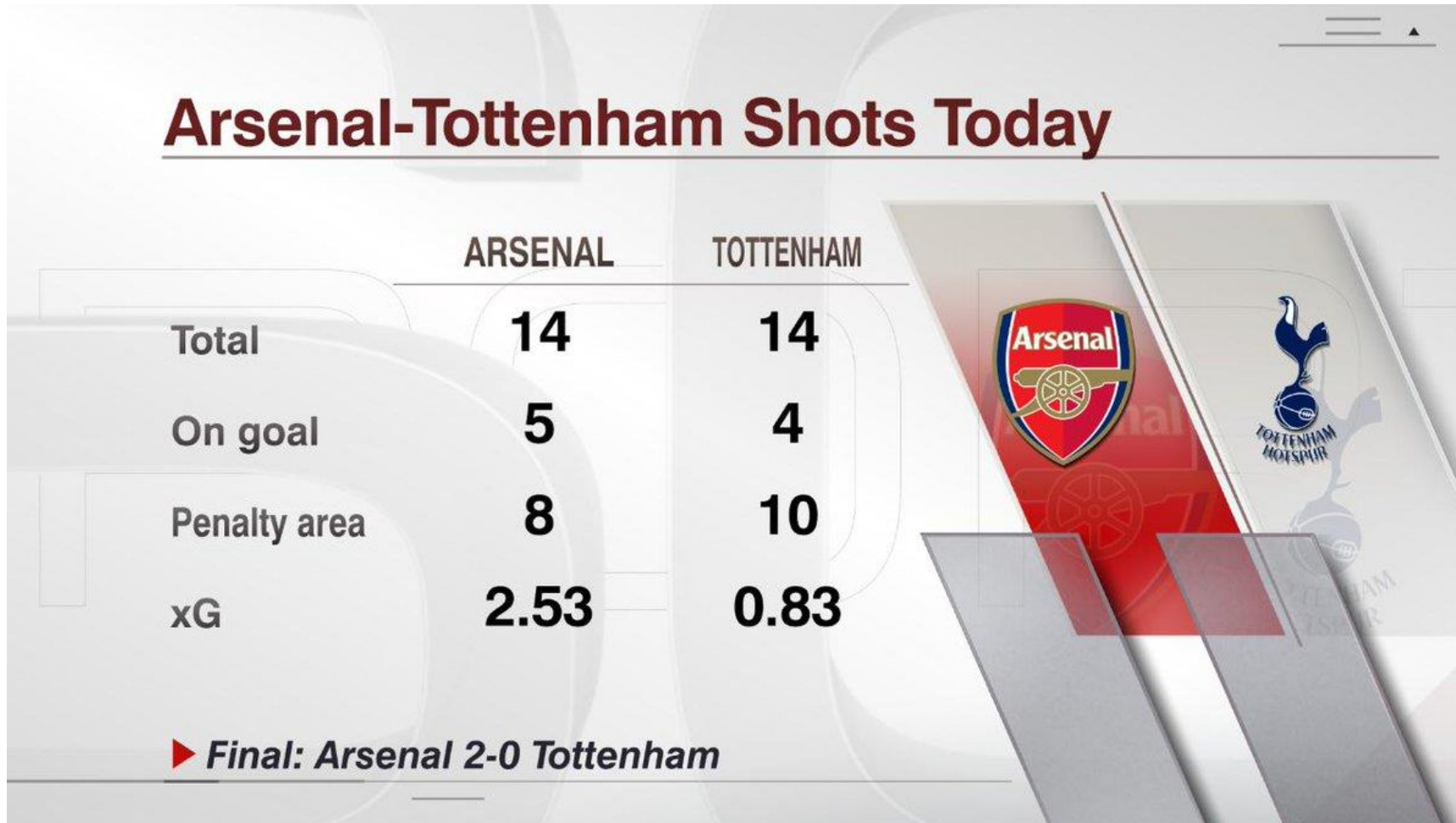
SCISPORTS

Data Intelligence

SciSports: SciSkill Potential Index



SciSports: Expected Goals



SciSports Intelligence: Building the algorithms

POSITION	BEST PLAYERS IN CONVERTING BIG CHANCES (SHOTS)	CLUB	RATING
1	WISSAM BEN YEDDER	TOULOUSE	1.621
2	MAURO ICARDI	INTER MILAN	1.429
3	ANTOINE GRIEZMANN	ATLETICO MADRID	1.418
4	ALEXANDER MEIER	EINTRACHT FRANKFURT	1.390
5	ALEXANDRE LACAZETTE	OLYMPIQUE LYON	1.363

POSITION	BEST PLAYERS IN CONVERTING BIG CHANCES (HEADERS)	CLUB	RATING
1	RUDY GESTEDE	ASTON VILLA	1.284
2	LUK DE JONG	PSV	1.260
3	GONZALO RODRÍGUEZ	FIorentINA	1.209
4	CLAUDIO BEAUVUE	CELTA DE VIGO	1.201
5	CRISTIANO RONALDO	REAL MADRID	1.201

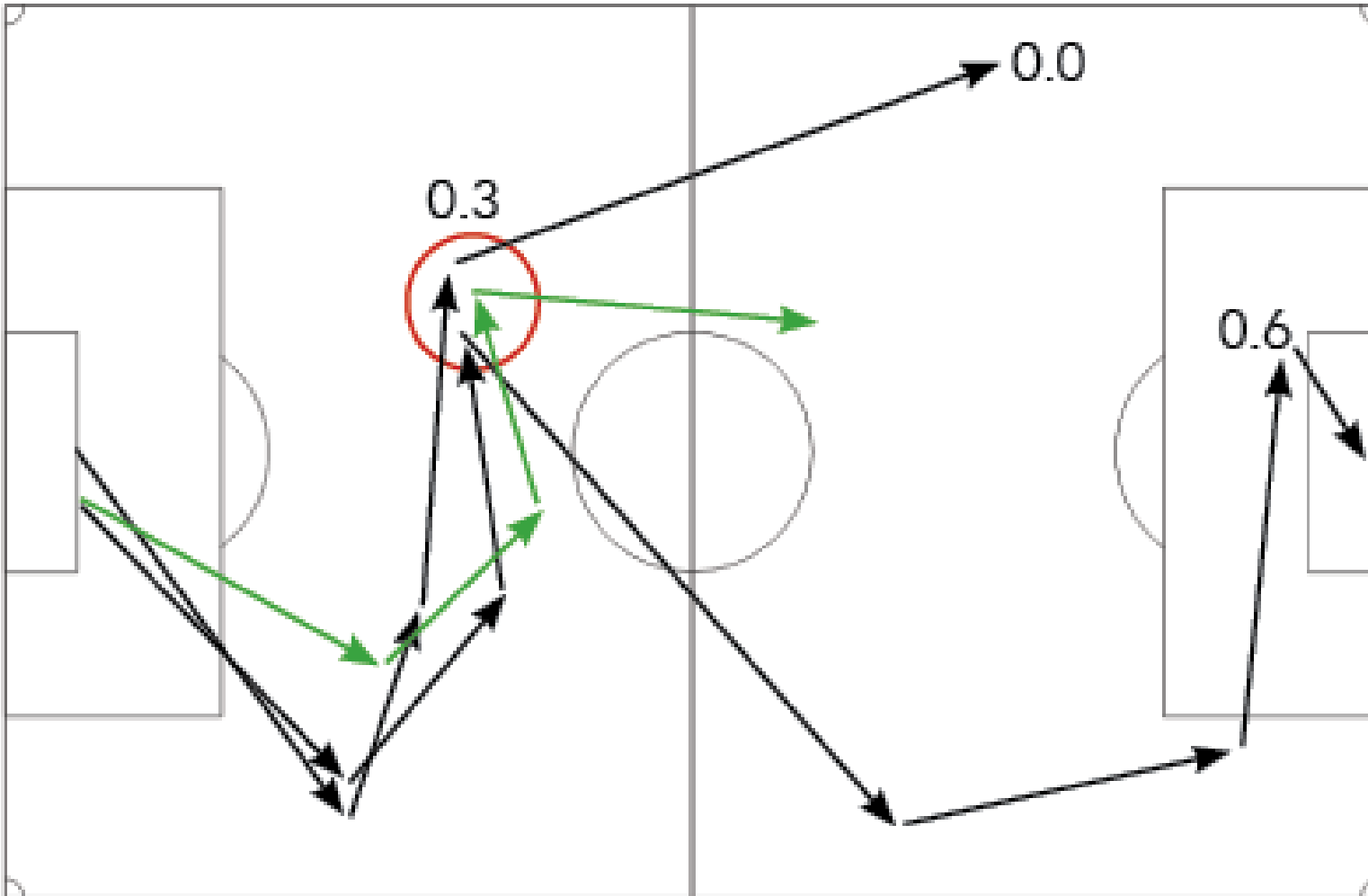


SCISKILLINDEX HIGHLIGHTED

RANK	COUNTRY	NAME	AGE	SCISKILLINDEX	DIFFERENCE LAST 6 MONTHS
73		A. GRIEZMANN	25	100.6	4,8

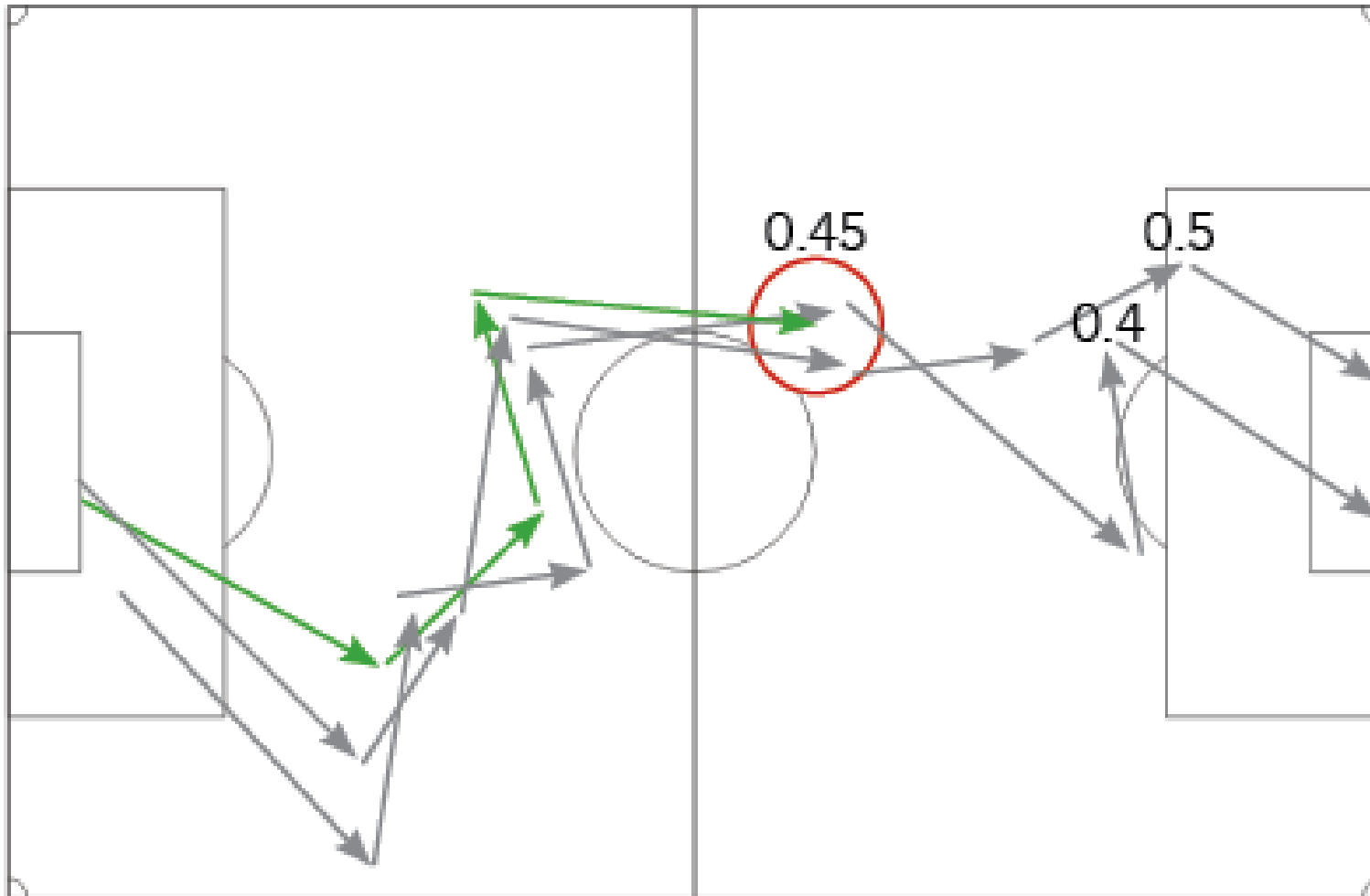
Kunnen we op deze manier ook passes waarderen?

Sequence-oriented pass value (SPV)



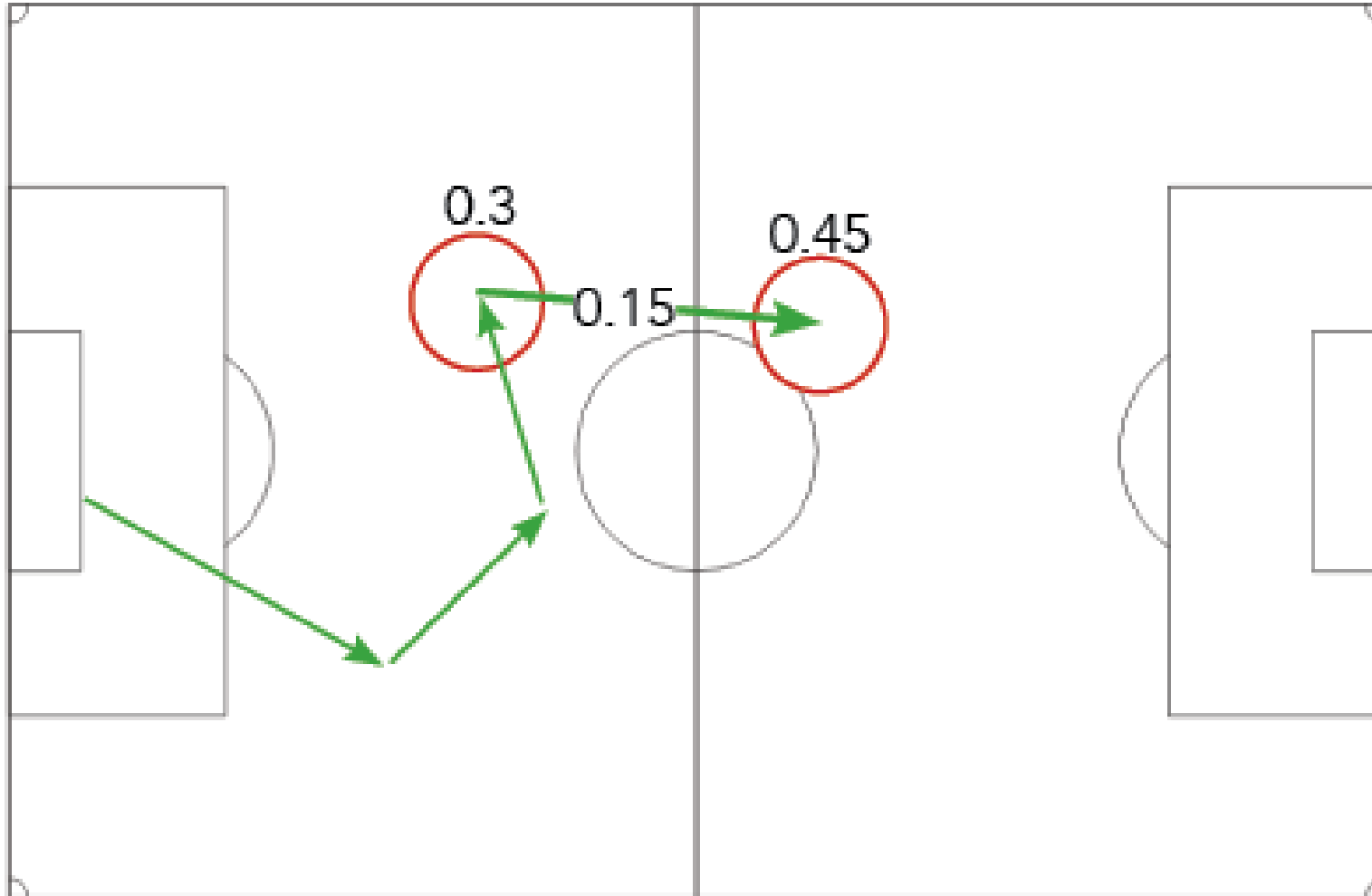
- Stap 1: Vind waarde possession sequence tot aan pass

Sequence-oriented pass value (SPV)


















- Stap 1: Vind waarde possession sequence tot aan pass
- Stap 2: Vind waarde possession sequence inclusief pass

Sequence-oriented pass value (SPV)



- Stap 1: Vind waarde possession sequence tot aan pass
- Stap 2: Vind waarde possession sequence inclusief pass
- Step 3: $SPV = \text{waarde stap 2} - \text{waarde stap 1}$

Resultaten –2016/2017 PPV methode

Rank	Player	Score	Rank	Player	Score	Rank	Player	Score
1	 Fàbregas	0.407 ↑ 22.7% 0.81 assists 0.33 goals	6	 Cazorla	0.345 ↓ 1.5% 0.29 assists 0.29 goals	11	 Coutinho	0.312 ↑ 31.3% 0.28 assists 0.52 goals
2	 Ribéry	0.385 ↑ 4.5% 0.80 assists 0.36 goals	7	 Neymar	0.338 ↓ 4.3% 0.51 assists 0.44 goals	12	 Thiago	0.305 ↑ 4.8% 0.20 assists 0.24 goals
3	 Özil	0.384 ↓ 7.3% 0.32 assists 0.25 goals	8	 Messi	0.338 ↓ 6.0% 0.38 assists 1.18 goals	13	 Hazard	0.301 ↑ 0.7% 0.15 assists 0.48 goals
4	 Silva	0.372 ↑ 0.8% 0.26 assists 0.13 goals	9	 Banega	0.328 ↑ 27.9% 0.46 assists 0.35 goals	14	 Kroos	0.294 ↑ 11.9% 0.43 assists 0.11 goals
5	 De Bruyne	0.352 ↑ 28.5% 0.66 assists 0.19 goals	10	 James	0.317 ↓ 3.1% 0.46 assists 0.61 goals	15	 Verratti	0.294 ↓ 9.4% 0.21 assists 0.13 goals

Resultaten – 2016/2017 PPV methode



Ribéry

Sánchez

Messi



Silva

Özil

Fàbregas



Milner

Mascherano

Hummels

Dani Alves



Lecomte

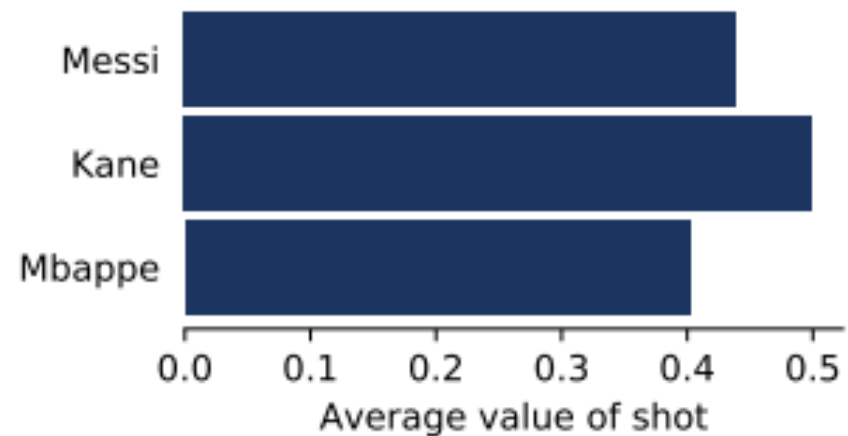
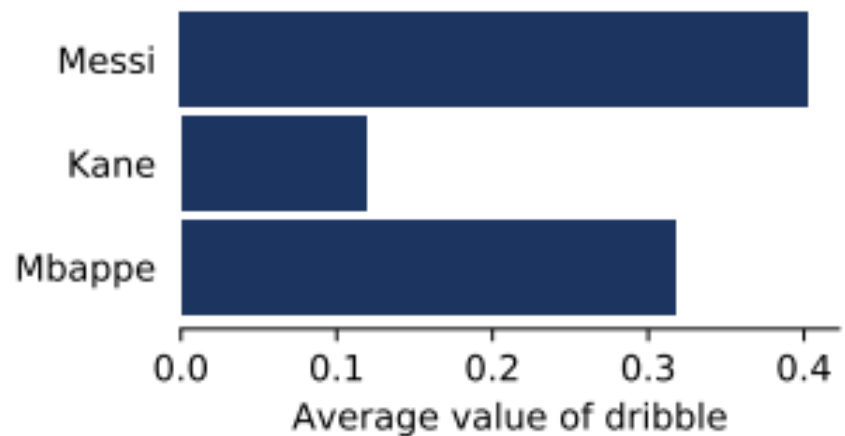
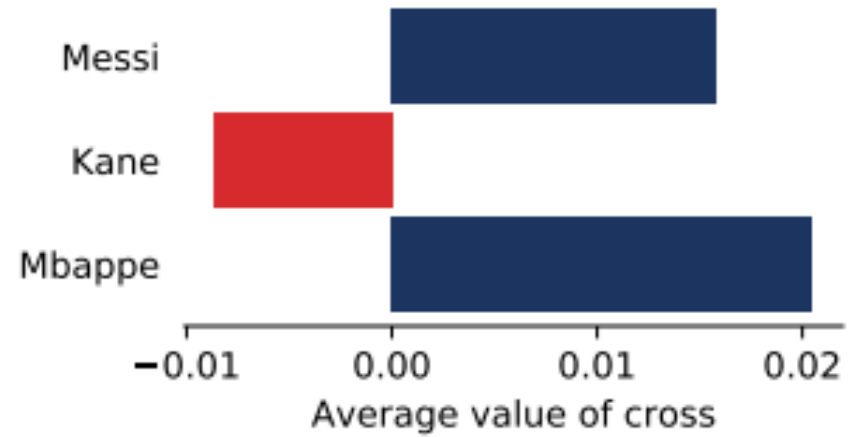
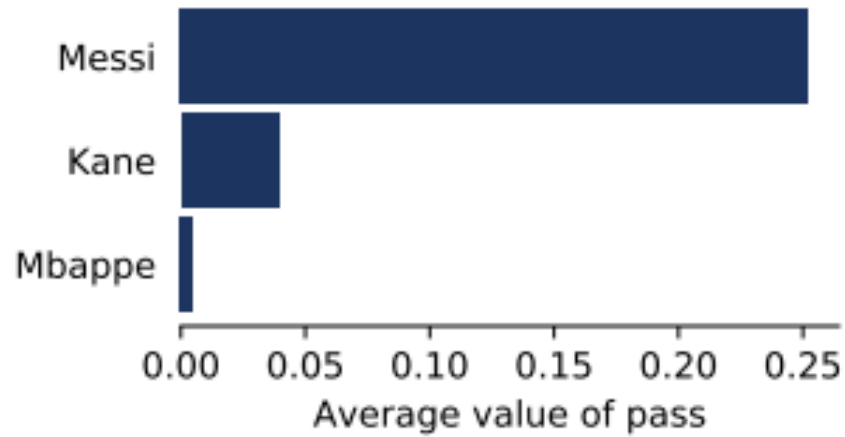


PPV = 0.305



PPV = 0.0444

Playing Style Characterization



19' GOAL FROM KEVIN DE BRUYNE



MANCHESTER CITY VS. ARSENAL

SUNDAY 5 NOVEMBER 2017



ACTION	PLAYER	TYPE	VALUE	ACTION	PLAYER	TYPE	VALUE
1	Sergio Agüero	Take on	0.016	7	Leroy Sané	Pass	-0.006
2	Sergio Agüero	Dribble	0.022	8	Fabian Delph	Pass	-0.003
3	Sergio Agüero	Failed cross	-0.045	9	Kevin De Bruyne	Dribble	0.003
4	Laurent Koscielny	Clearance	0.001	10	Kevin De Bruyne	Pass	0.007
5	Kevin De Bruyne	Failed shot	0.014	11	Fernandinho	Pass	0.012
6	Petr Čech	Keeper save	0.014	12	Kevin De Bruyne	Dribble	0.040
				13	Kevin De Bruyne	Shot	0.888



SciSports: Expected Points

#	Team	GW	G	GL	L	V	T	S	P	Laatste 5 wedstrijden	H2H
1	Chelsea	14	11	1	2	32	11	+21	34	W W W W W	<input type="checkbox"/>
2	▲ Arsenal	14	9	4	1	33	14	+19	31	W W D D W	<input type="checkbox"/>
3	▼ Liverpool	14	9	3	2	35	18	+17	30	L W D W W	<input type="checkbox"/>
4	▼ Manchester City	14	9	3	2	30	15	+15	30	L W W D W	<input type="checkbox"/>
5	Tottenham Hotspur	14	7	6	1	24	10	+14	27	W L W D D	<input type="checkbox"/>
6	Manchester United	14	5	6	3	19	16	+3	21	D D D W D	<input type="checkbox"/>
7	▲ West Bromwich ...	14	5	5	4	20	17	+3	20	W D W W L	<input type="checkbox"/>
8	▼ Everton	14	5	5	4	17	16	+1	20	D L D L W	<input type="checkbox"/>
9	▲ Stoke City	14	5	4	5	16	19	-3	19	W W L D W	<input type="checkbox"/>
10	▲ AFC Bournemouth	14	5	3	6	19	22	-3	18	W L W L L	<input type="checkbox"/>
11	▼ Watford	14	5	3	6	18	24	-6	18	L L W L W	<input type="checkbox"/>
12	▼ Southampton	14	4	5	5	13	15	-2	17	L W D L L	<input type="checkbox"/>
13	▲ Middlesbrough	14	3	6	5	13	15	-2	15	W D L D W	<input type="checkbox"/>
14	▲ Crystal Palace	14	4	2	8	24	26	-2	14	W L L L L	<input type="checkbox"/>
15	▼ Burnley	14	4	2	8	12	23	-11	14	L L L W D	<input type="checkbox"/>
16	▼ Leicester City	14	3	4	7	17	24	-7	13	L D L L D	<input type="checkbox"/>
17	▼ West Ham United	14	3	3	8	15	29	-14	12	L D L D L	<input type="checkbox"/>
18	▲ Sunderland	14	3	2	9	14	24	-10	11	W L W W L	<input type="checkbox"/>
19	▼ Hull City	14	3	2	9	11	29	-18	11	L D L W L	<input type="checkbox"/>
20	▼ Swansea City	14	2	3	9	16	31	-15	9	L W D L L	<input type="checkbox"/>

SciSports: Expected Points

	G	xP	P	xP-P	xGF	xGA	xGD	xGD-GD	GF	GA	GD
1 MANCHESTER CITY	14	30.1	30	0.1	30.0	13.0	16.9	1.9	30	15	15
2 LIVERPOOL	14	29.6	30	-0.4	30.7	12.5	18.3	1.3	35	18	17
3 CHELSEA	14	27.6	34	-6.4	24.7	12.2	12.5	-8.5	32	11	21
4 ARSENAL	14	26.0	31	-5.0	26.1	15.0	11.0	-8.0	33	14	19
5 TOTTENHAM HOTSPUR	14	25.3	27	-1.7	23.2	13.5	9.6	-4.4	24	10	14
6 MANCHESTER UNITED	14	25.1	21	4.1	22.3	13.2	9.1	6.1	19	16	3
7 EVERTON	14	21.5	20	1.5	18.9	17.1	1.8	0.8	17	16	1
8 SOUTHAMPTON	14	20.5	17	3.5	21.3	17.3	4.0	6.0	13	15	-2
9 STOKE CITY	14	19.6	19	0.6	18.0	18.2	-0.2	2.8	16	19	-3
10 LEICESTER CITY	14	19.3	13	6.3	17.5	17.9	-0.4	6.6	17	24	-7
11 WEST BROMWICH ALBION	14	18.1	20	-1.9	16.4	18.4	-2.0	-5.0	20	17	3
12 CRYSTAL PALACE	14	18.0	14	4.0	18.6	20.6	-2.0	0.0	24	26	-2
13 WATFORD	14	16.2	18	-1.8	14.5	19.2	-4.7	1.3	18	24	-6
14 BOURNEMOUTH	14	15.8	18	-2.2	17.8	23.0	-5.1	-2.1	19	22	-3
15 WEST HAM UNITED	14	15.0	12	3.0	17.0	24.4	-7.4	6.6	15	29	-14
16 SUNDERLAND	14	13.7	11	2.7	15.3	24.5	-9.2	0.8	14	24	-10
17 SWANSEA CITY	14	13.7	9	4.7	15.8	25.9	-10.2	4.8	16	31	-15
18 MIDDLESBROUGH	13	12.7	12	0.7	9.7	17.3	-7.6	-4.6	12	15	-3
19 BURNLEY	14	9.0	14	-5.0	10.3	26.8	-16.5	-5.5	12	23	-11
20 HULL CITY	13	8.5	11	-2.5	9.9	27.9	-18.0	-1.0	11	28	-17

SciSports: Individual Match Predictions

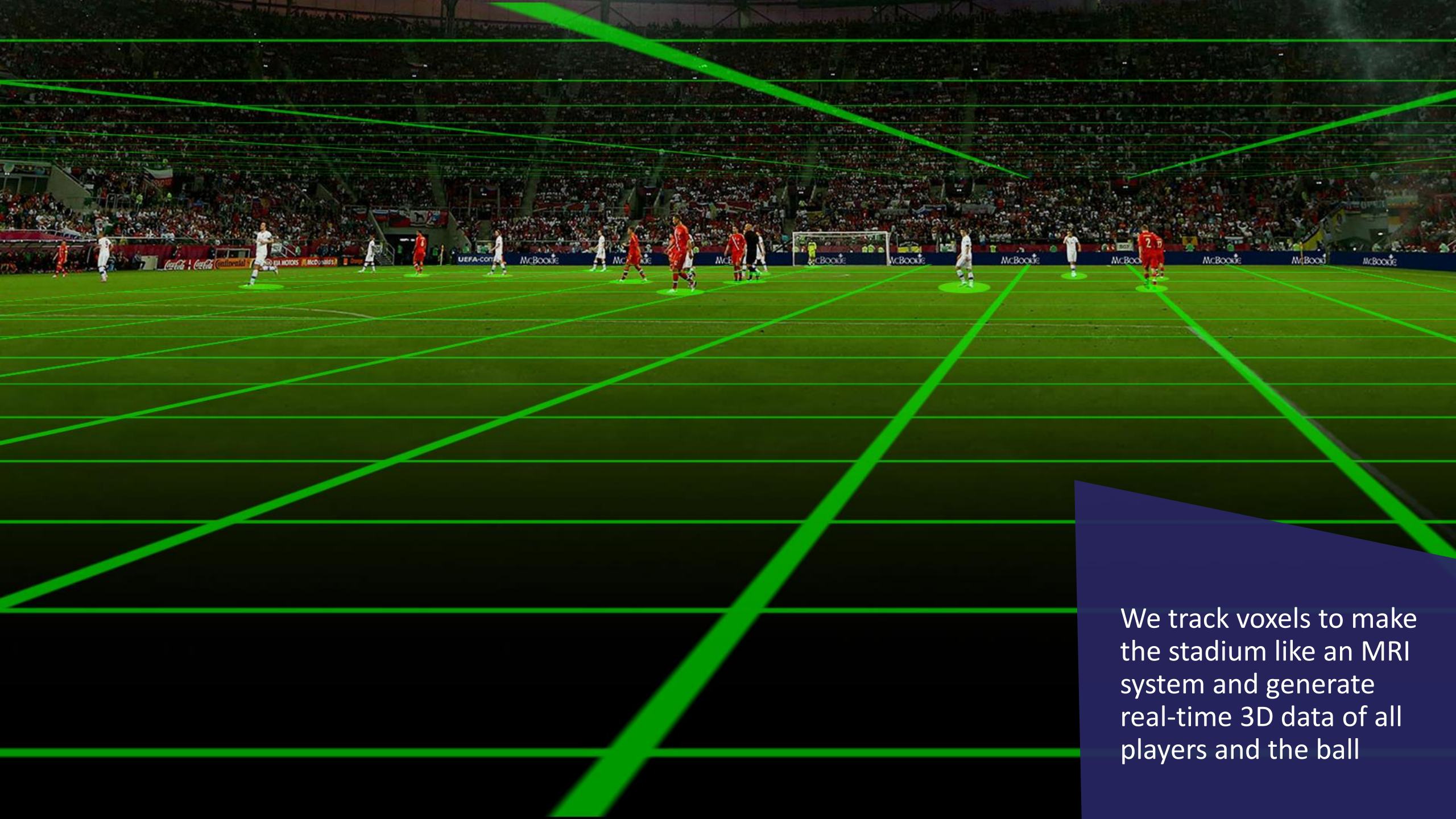
No	Mrk	Date	Match	Bet	Bookie	Rank	Profit	Del	
1		18.11.16 20:30	Bayer Leverkusen - Leipzig	2 - 3	1	64%	2.36	B	-2.00
2		19.11.16 15:30	Borussia M'gladbach - Köln	1 - 2	1	57%	2.28	C	-2.00
3		19.11.16 15:30	Wolfsburg - Schalke	0 - 1	1	54%	2.51	C	-2.00
4		19.11.16 15:30	Augsburg - Hertha	0 - 0	X	36%	3.17	D	+4.34
5		19.11.16 15:30	Darmstadt - Ingolstadt	0 - 1	1	41%	3.18	C	-2.00
6		19.11.16 18:30	Borussia Dortmund - Bayern München	1 - 0	1	38%	3.66	C	+5.32
7		20.11.16 17:30	Werder Bremen - Eintracht Frankfurt	1 - 2	1	51%	2.77	C	-2.00
8		23.11.16 18:00	Rostov - Bayern München	3 - 2	1	10%	14.37	-	+26.74
9		23.11.16 18:45	Beşiktaş - Benfica	3 - 3	1	63%	2.75	B	-2.00
10		23.11.16 20:45	Napoli - Dynamo Kyiv	0 - 0	X	27%	5.10	A	+8.20
11		23.11.16 20:45	Borussia M'gladbach - Man City	1 - 1	X	28%	4.13	B	+6.26
							Total:	+38.86 (+177%)	

No	Mrk	Date	Match	Score	Bet	Bookie	Rank	Profit	Del
1		02.12.16 20:45	Caen - Dijon	3 - 3	2	31%	3.92	-2.00	
2		02.12.16 20:45	Nottm Forest - Newcastle	2 - 1	2	62%	1.81	-2.00	
3		02.12.16 20:45	Napoli - Internazionale	3 - 0	1	66%	1.87	+1.74	
4		02.12.16 21:30	Marítimo - Benfica	2 - 1	2	84%	1.39	-2.43	
5		03.12.16 1:00	Metz - Lyon	view	1	28%	5.51	2.00	
6		03.12.16 13:00	Granada - Sevilla	2 - 1	1	30%	4.85	+7.70	
7		03.12.16 13:30	Man City - Chelsea	1 - 3	1	53%	2.11	-2.00	
8		03.12.16 15:30	Bayer Leverkusen - Freiburg	1 - 1	1	67%	1.52	-2.00	
9		03.12.16 15:30	Wolfsburg - Hertha	2 - 3	2	35%	3.82	+5.64	
10		03.12.16 15:30	Werder Bremen - Ingolstadt	2 - 1	1	46%	2.53	+3.06	
11		03.12.16 16:00	Crystal Palace - Southampton	3 - 0	X	33%	3.37	-2.00	
12		03.12.16 16:00	Stoke - Burnley	2 - 0	2	22%	6.04	-2.00	
13		03.12.16 16:00	Sunderland - Leicester	2 - 1	2	53%	2.34	-2.00	
14		03.12.16 16:00	Tottenham - Swansea	5 - 0	X	21%	5.36	-2.00	
15		03.12.16 16:00	Birmingham - Barnsley	0 - 3	2	31%	3.98	+5.96	
16		03.12.16 16:00	Blackburn - Huddersfield	1 - 1	1	41%	2.73	-2.00	
17		03.12.16 16:00	Bristol City - Ipswich	2 - 0	2	31%	4.04	-2.00	
18		03.12.16 16:00	Burton - Rotherham United	2 - 1	2	22%	5.30	-2.00	
19		03.12.16 16:00	Fulham - Reading	5 - 0	2	30%	3.98	-2.00	
20		03.12.16 16:15	Barcelona - Real Madrid	1 - 1	X	24%	4.21	+6.42	
21		03.12.16 18:30	West Ham - Arsenal	1 - 5	1	23%	5.02	-2.00	
22		03.12.16 18:30	Leipzig - Schalke	2 - 1	1	75%	2.02	+2.04	
23		03.12.16 18:30	GA Eagles - SC Heerenveen	1 - 3	X	29%	3.82	-2.00	
24		03.12.16 18:30	Leganés - Villarreal	0 - 0	2	50%	2.30	-2.00	
25		03.12.16 19:45	Excelsior - AZ	3 - 3	X	25%	4.03	+6.06	
26		03.12.16 19:45	Roda JC - PSV	0 - 0	X	19%	5.88	+9.76	
27		03.12.16 20:00	Bordeaux - Lille	0 - 1	2	28%	3.99	+5.98	
28		03.12.16 20:00	Angers - Lorient	2 - 2	1	56%	1.98	-2.00	
29		03.12.16 20:00	Monaco - Bastia	5 - 0	2	14%	10.65	-2.00	
30		03.12.16 20:00	Guingamp - Nantes	2 - 0	1	52%	2.19	+2.38	
								Total:	+14.36 (+22%)

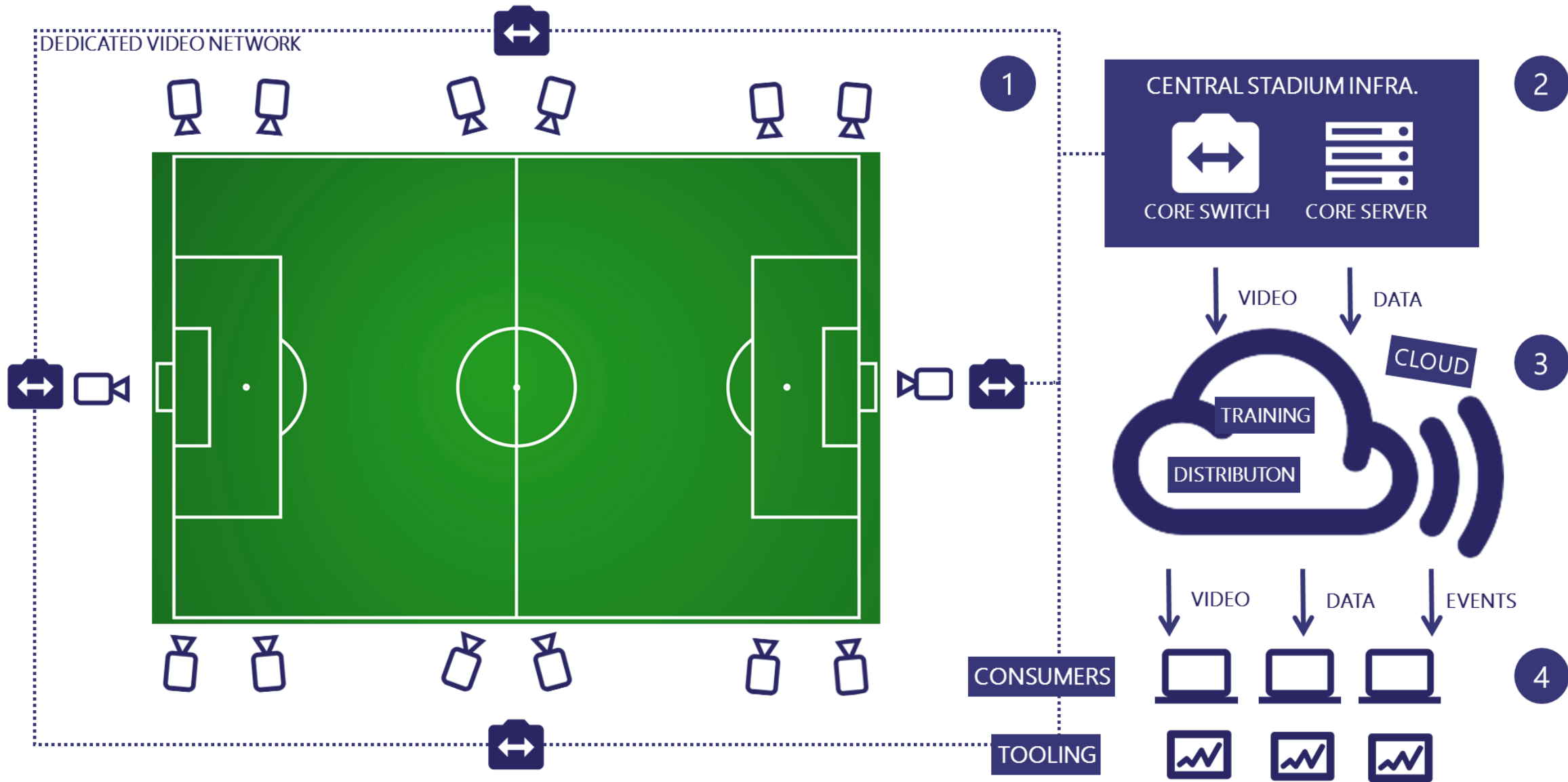


ball James

◆ LEAD THE GAME ◆



We track voxels to make the stadium like an MRI system and generate real-time 3D data of all players and the ball



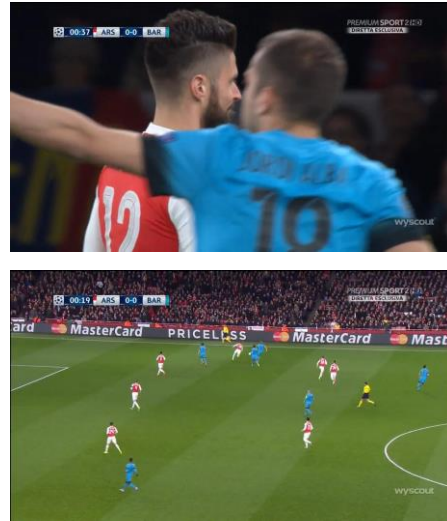
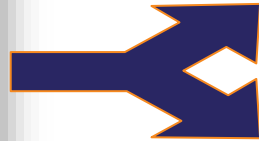
Ball Games

● LEAD THE GAME ●

Automatische Spelersherkenning



1. Frame-extraction and overview shot filter.



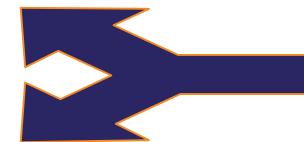
2. Due to moving cameras, **Automatic Field Segmentation** is important for filtering background noise.



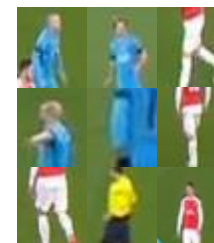
3. A classifier quickly scans the entire image finding the players.



4. A **Convolutional Neural Network (CNN)** removes samples where the shirt-number is not visible.



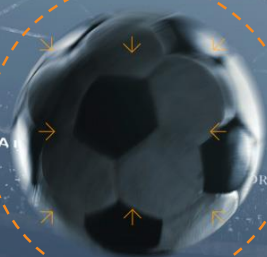
5. Another **CNN** analyses the shirt-number, we combine this with our team-classification to recognize the player.



$$x(t) = x_0 + v_0 t + b \frac{t^2}{2} + c \frac{t^3}{6} + d \frac{t^4}{12} = x_0 + \int v dt$$

$$\frac{dx}{dt} = v(t) = v_0 + bt + c \frac{t^2}{2} + d \frac{t^3}{3} = v_0 + \int a dt$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = a(t) = b + ct + d \frac{t^2}{2}$$



SCISPORTS

SCIENCE SERVING FOOTBALL

Hengelosestraat 500
7521 AN Enschede
The Netherlands
+31 (0)53 369 0500

www.SciSports.com



a.babic@scisports.com

+31 613173446