KG2021

Interaksjon utøver – sko – underlag:

mekaniske tester og menneskelig bevegelse

NTNU Senter for Idrettsanlegg og Teknologi

David McGhie 26/10-20

david.mcghie@ntnu.no

David McGhie

KG 2021

<u>Utdanning</u>

- MSc Bevegelsesvitenskap, NTNU (2008)
- PhD Helsevitenskap, NTNU (2014)

"Biomechanical analysis of impact absorption and traction on third-generation artificial turf"

<u>Arbeid</u>

- Undervist ved NTNU (2009-2013, 2015-2018)
- FoU Initial Force AS (2014-2015)
- Postdoktor/forsker NTNU Senter for toppidrettsforskning (2015-2020)

Nå: Forsker NTNU Senter for idrettsanlegg og teknologi (2020-)

2010: naturgress vs. kunstgress

Ingen forskjell i skadeforekomst mellom kunstgress og naturgress (Aoki 2010, Bjørneboe 2010, Calloway 2019, Ekstrand 2006, Ekstrand 2011, Fuller 2007a, Fuller 2007b, Fuller 2010, Howard 2020, Lanzetti 2016, Meyers 2016, Soligard 2012, Steffen 2007)

2020: kunstgress vs. kunstgress

Forskjeller kan være større mellom ulike kunstgress enn mellom kunstgress og naturgress (Potthast 2010)

Lavere skadeforekomst med økt ifyllsvekt (Meyers 2019)

Miljøvennlig betyr lite hvis underlaget ikke er funksjonelt

Gjelder både eksisterende og nye systemer → må testes!

KG 2021

Grunnleggende faktorer som påvirker interaksjon mellom utøver og underlag er STØTDEMPING og FRIKSJON

Beste prediktorer for spilleres totalvurdering av bane er hardhet ved løping/fall og friksjon ved stopping (van den Eijnde 2016)

Viktigste indikatorer er «støtdemping» og «friksjon»

Antas å være direkte relatert til underlagets evne til forflytning (Shorten 2002, Stiles 2007)

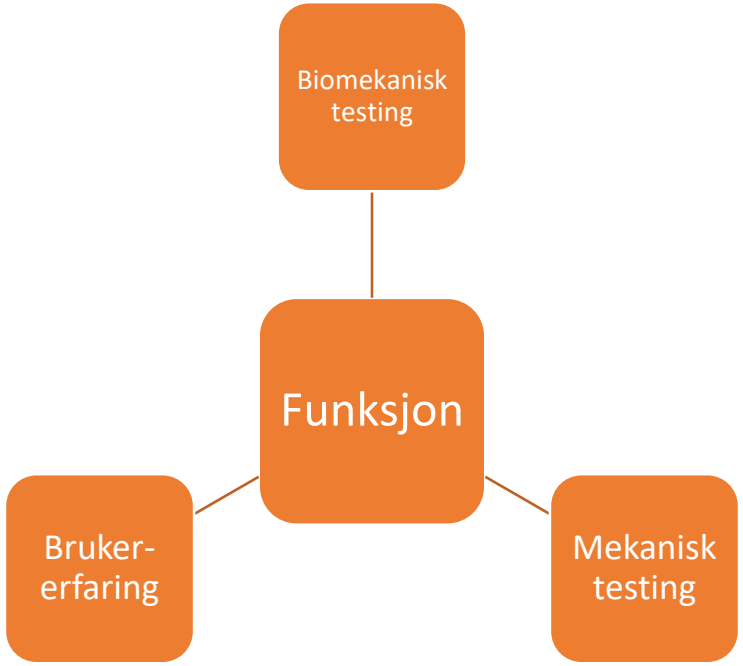
I teorien: større tykkelse → større potensial for forflytning (forlenger kontakttid, fordeler kraft)

!! Inntil et visst nivå før det virker mot sin hensikt (tillater ikke raske bevegelser)

!! En viss mengde friksjon er nødvendig for akselerasjoner, raske retningsforandringer, osv.

I teorien: optimalt med lav friksjon ved rotasjon, høy ved translasjon (Frederick 1993, Shorten 2003, Villwock 2009a)

Hvordan kan vi bedømme om underlaget er funksjonelt?



Hvordan testes baneegenskaper nå?

KG 2021

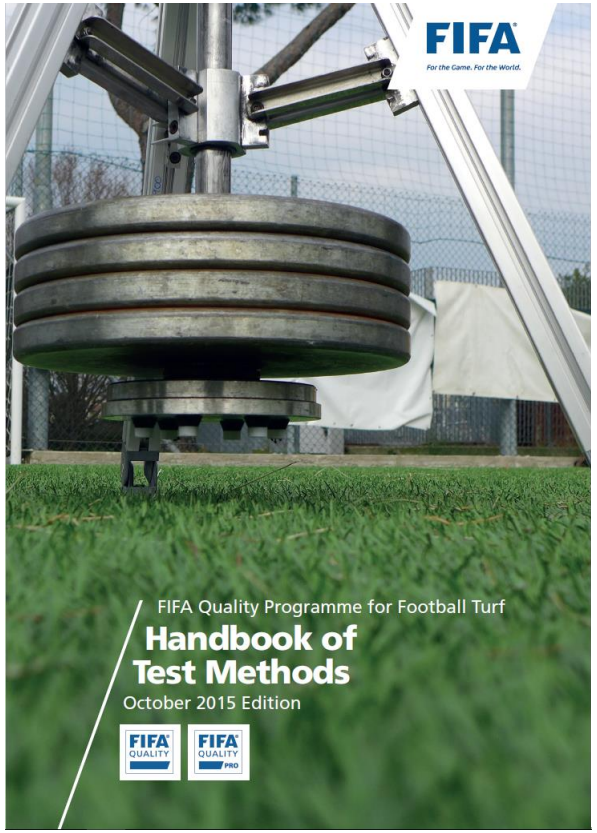
FIFA lanserte testprogram i 2001 (FIFA 2009b)

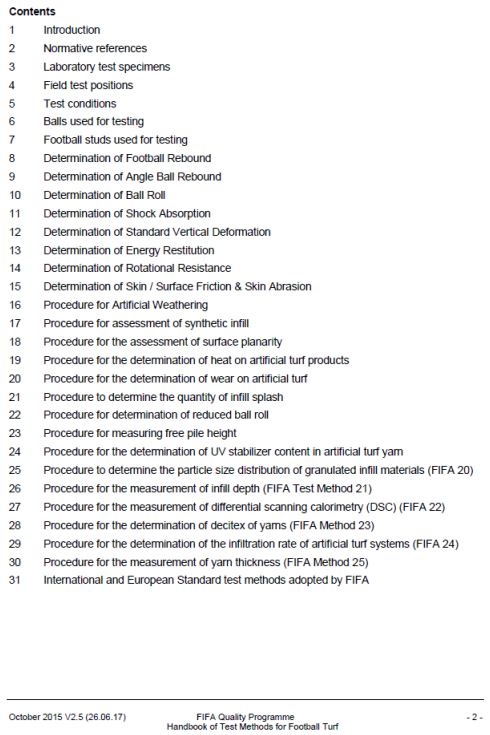
For å forsikre at nyutviklede underlag ville gjenskape de spill-relaterte egenskapene til naturgress (FIFA 2009a)

Spesielt fokus på å unngå økt skaderisiko

Mekaniske tester avledet fra eksisterende testprogram for veiarbeid og løpebaner, tilpasset kunstgress

Referanseverdier basert på tester på naturgressbaner vurdert å være i god stand (FIFA 2011b)





Contents

1 Introduction
2 Normative references
3 Laboratory test specimens
4 Field test positions
5 Test conditions
6 Balls used for testing
7 Football studs used for testing
8 Determination of Football Rebound
9 Determination of Angle Ball Rebound
10 Determination of Ball Roll
11 Determination of Shock Absorption
12 Determination of Standard Vertical Deformation
13 Determination of Energy Restitution
14 Determination of Rotational Resistance
15 Determination of Skin / Surface Friction & Skin Abrasion
16 Procedure for Artificial Weathering
17 Procedure for assessment of synthetic infill
18 Procedure for the assessment of surface planarity
19 Procedure for the determination of heat on artificial turf products
20 Procedure for the determination of wear on artificial turf
21 Procedure to determine the quantity of infill splash
22 Procedure for determination of reduced ball roll
23 Procedure for measuring free pile height
24 Procedure for the determination of UV stabilizer content in artificial turf yarn
25 Procedure to determine the particle size distribution of granulated infill materials (FIFA 20)
26 Procedure for the measurement of infill depth (FIFA Test Method 21)
27 Procedure for the measurement of differential scanning calorimetry (DSC) (FIFA 22)
28 Procedure for the determination of decitex of yarns (FIFA Method 23)
29 Procedure for the determination of the infiltration rate of artificial turf systems (FIFA 24)
30 Procedure for the measurement of yarn thickness (FIFA Method 25)
31 International and European Standard test methods adopted by FIFA

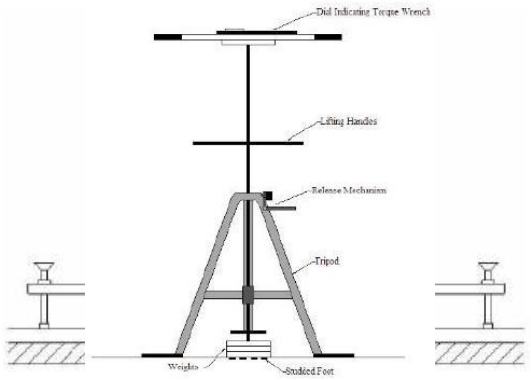
October 2015 V2.5 (26.06.17) FIFA Quality Programme Handbook of Test Methods for Football Turf - 2 -

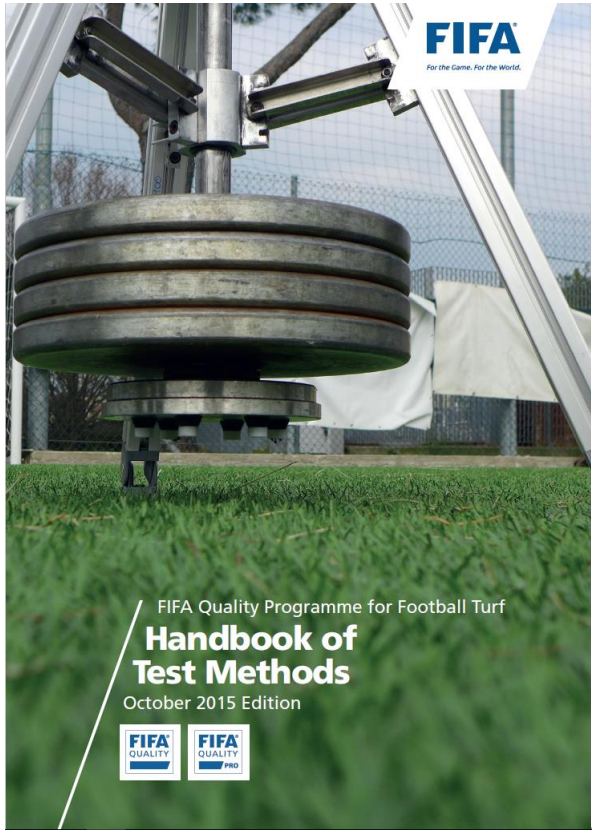
Mekanisk testing

STØTDEMPING

En masse (20±0,1 kg) faller uhindret fra 5,5 cm over underlaget (FIFA 2015)

- Maksimal kraft sammenlignes med tilsvarende verdi på betong
- Vertikal deformasjon (forflytning av massen ned i underlaget)
- Massens energi før/etter sammenstøt med underlaget sammenlignes





Contents

1 Introduction
2 Normative references
3 Laboratory test specimens
4 Field test positions
5 Test conditions
6 Balls used for testing
7 Football studs used for testing
8 Determination of Football Rebound
9 Determination of Angle Ball Rebound
10 Determination of Ball Roll
11 Determination of Shock Absorption
12 Determination of Standard Vertical Deformation
13 Determination of Energy Restitution
14 Determination of Rotational Resistance
15 Determination of Skin / Surface Friction & Skin Abrasion
16 Procedure for Artificial Weathering
17 Procedure for assessment of synthetic infill
18 Procedure for the assessment of surface planarity
19 Procedure for the determination of heat on artificial turf products
20 Procedure for the determination of wear on artificial turf
21 Procedure to determine the quantity of infill splash
22 Procedure for determination of reduced ball roll
23 Procedure for measuring free pile height
24 Procedure for the determination of UV stabilizer content in artificial turf yarn
25 Procedure to determine the particle size distribution of granulated infill materials (FIFA 20)
26 Procedure for the measurement of infill depth (FIFA Test Method 21)
27 Procedure for the measurement of differential scanning calorimetry (DSC) (FIFA 22)
28 Procedure for the determination of decitex of yarns (FIFA Method 23)
29 Procedure for the determination of the infiltration rate of artificial turf systems (FIFA 24)
30 Procedure for the measurement of yarn thickness (FIFA Method 25)
31 International and European Standard test methods adopted by FIFA

October 2015 V2.5 (26.06.17) FIFA Quality Programme Handbook of Test Methods for Football Turf - 2 -

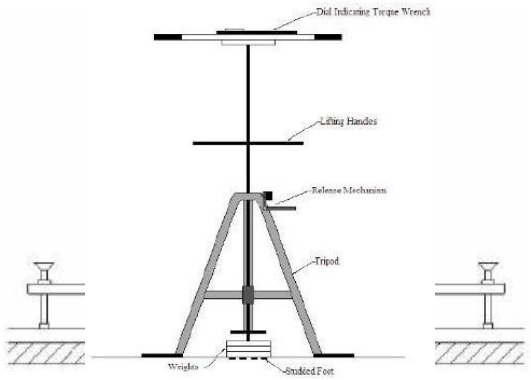
Mekanisk testing

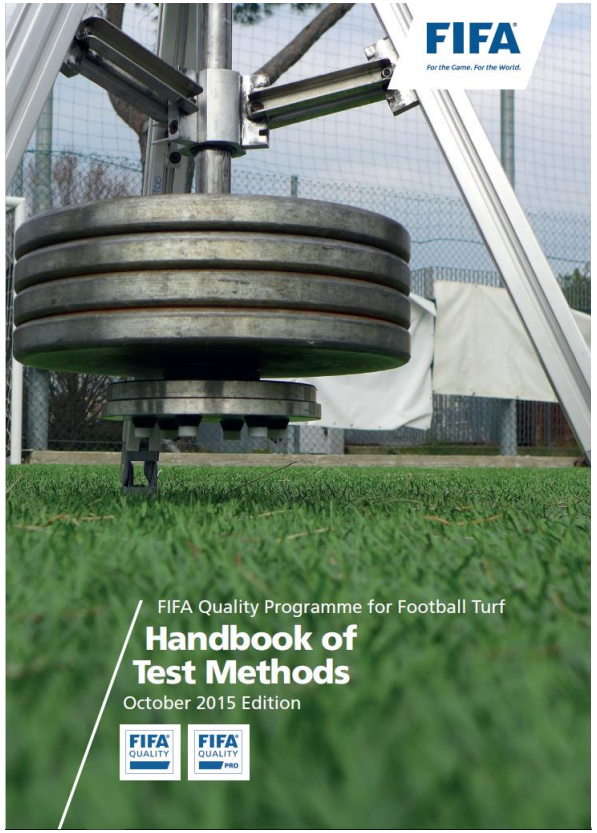
KG 2021

FRIKSJON

En testfot med knotter (46±2 kg) roteres manuelt på underlaget (FIFA 2015)

- Maksimalt kraftmoment registreres





Contents

1 Introduction
2 Normative references
3 Laboratory test specimens
4 Field test positions
5 Test conditions
6 Balls used for testing
7 Football studs used for testing
8 Determination of Football Rebound
9 Determination of Angle Ball Rebound
10 Determination of Ball Roll
11 Determination of Shock Absorption
12 Determination of Standard Vertical Deformation
13 Determination of Energy Restitution
14 Determination of Rotational Resistance
15 Determination of Skin / Surface Friction & Skin Abrasion
16 Procedure for Artificial Weathering
17 Procedure for assessment of synthetic infill
18 Procedure for the assessment of surface planarity
19 Procedure for the determination of heat on artificial turf products
20 Procedure for the determination of wear on artificial turf
21 Procedure to determine the quantity of infill splash
22 Procedure for determination of reduced ball roll
23 Procedure for measuring free pile height
24 Procedure for the determination of UV stabilizer content in artificial turf yarn
25 Procedure to determine the particle size distribution of granulated infill materials (FIFA 20)
26 Procedure for the measurement of infill depth (FIFA Test Method 21)
27 Procedure for the measurement of differential scanning calorimetry (DSC) (FIFA 22)
28 Procedure for the determination of decitex of yarns (FIFA Method 23)
29 Procedure for the determination of the infiltration rate of artificial turf systems (FIFA 24)
30 Procedure for the measurement of yarn thickness (FIFA Method 25)
31 International and European Standard test methods adopted by FIFA

October 2015 V2.5 (26.06.17) FIFA Quality Programme Handbook of Test Methods for Football Turf - 2 -

Mekanisk testing

Mekanisk forskning

STØTDEMPING

Økt støtdemping med pad og økt mengde ifyll (Alcántara 2009, McNitt 2004), med grusbase og pad (Sánchez-Sánchez 2014)

- **Likere støtdemping med pad uavhengig av ifyll (SBR vs. plastbelagt sand) (Allgeuer 2008)**
- Materialtetthet avgjørende for pad (Allgeuer 2008)

Mindre støtdemping og deformasjon med både simulert og faktisk bruk (Alcántara 2009, Dickson 2020b, Fleming 2015, Naunheim 2004)

- Støtdemping upåvirket av simulert bruk (Dickson 2020a)
- Støtdemping påvirkes av form/størrelse på ifyll (Alcántara 2009, Dickson 2020a)
- **Støtdemping i store trekk lik mellom TPE og kokos/kork (Dickson 2020a)**
- **Vedlikehold like viktig uavhengig av type ifyll (Dickson 2020b)**

FRIKSJON

Økt rotasjonsfriksjon med komprimering av ifyll (Severn 2011, Villwock 2009b, Wannop 2019), med økt belastning (Kuhlman 2009, Severn 2010), med asfaltbase og mindre ifyll (Sánchez-Sánchez 2014, Sánchez-Sánchez 2018a), med høyere fibertetthet (Wannop 2019)

- Mindre rotasjonsfriksjon med komprimering av ifyll (Dickson 2020a)
- Ingen effekt av fiberlengde (Wannop 2019)
- **Lavere rotasjonsfriksjon med kokos/kork enn TPE (Dickson 2020a)**, med TPE enn SBR (Wannop 2019)

Økt lineær friksjon med komprimering av ifyll (Severn 2011, Wannop 2012)

- Mindre lineær friksjon med økt belastning (Kuhlman 2009, Severn 2010)

SKO

Lavere rotasjonsfriksjon med grusknotter enn avlange knotter og runde knotter (Kent 2015, Livesay 2006, Villwock 2009a, Villwock 2009b)

- Lik rotasjonsfriksjon mellom grusknotter, avlange knotter og runde knotter (Livesay 2006, Shorten 2003, Villwock 2009a)

Høyere/lik lineær friksjon med grusknotter sammenlignet med avlange knotter og runde knotter (Cawley 2003, Shorten 2003), med avlange knotter sammenlignet med runde knotter (Kuhlman 2009, Sabick 2009, Shorten 2003, Wannop 2012)

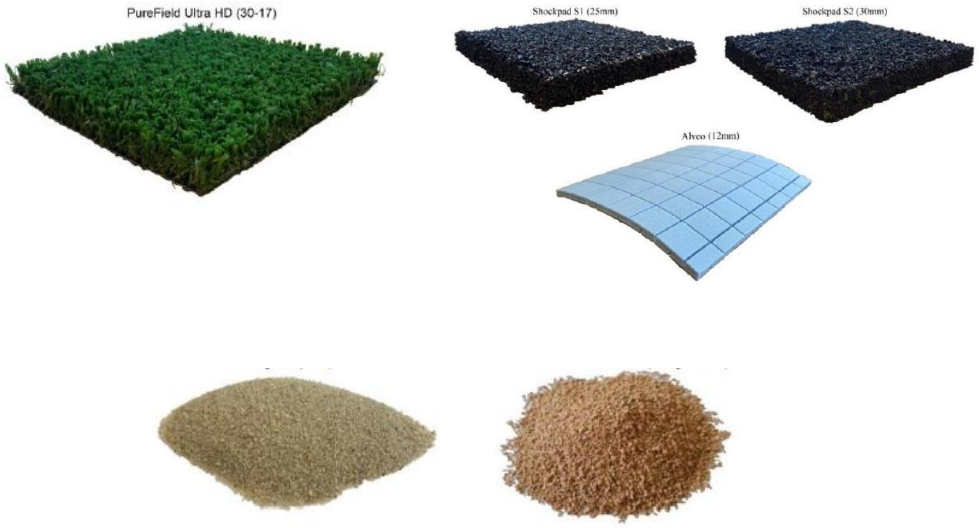
Mekanisk testing

Dropptest pilot – støtdemping

Tilsvarende FIFA-test

- 1 x kunstgress
- 3 x pad
- 3 x ifyll
- 2 x temperatur

18 kondisjoner totalt
(5 målepunkter/kondisjon)

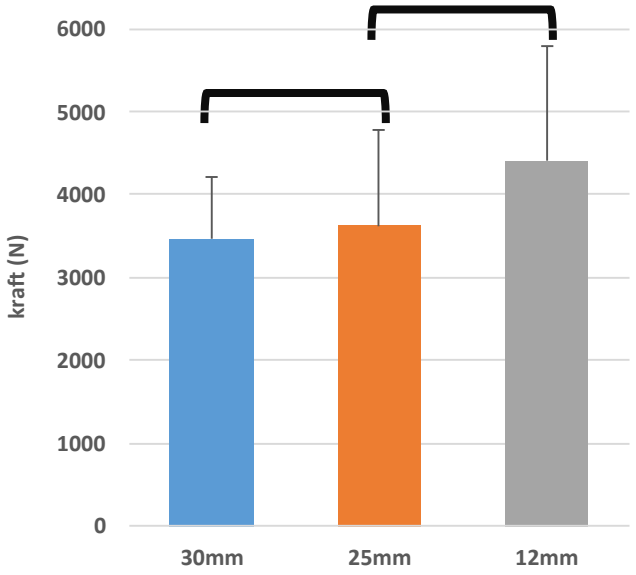


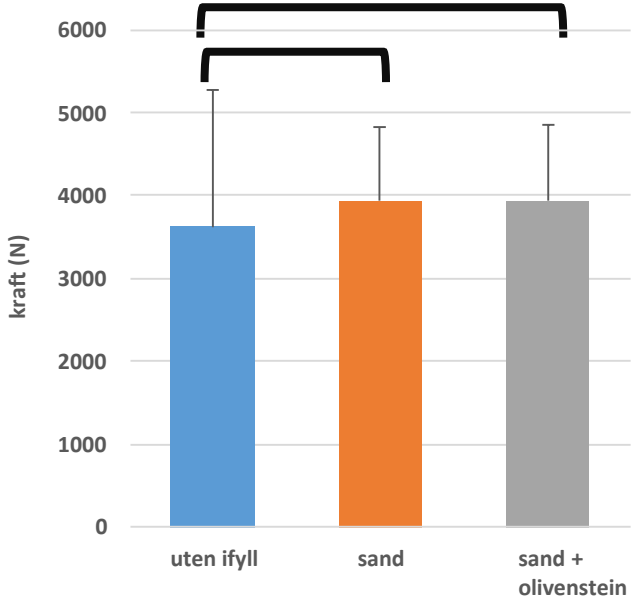
	Pad			REF
Temperatur	**SBR (25mm)**	**SBR + fiber (30mm)**	**Polyolefin (12mm)**	**Uten pad**
-11°	Uten ifyll	Sand	Sand + olivenstein	Uten ifyll
26°	Uten ifyll	Sand	Sand + olivenstein	Uten ifyll

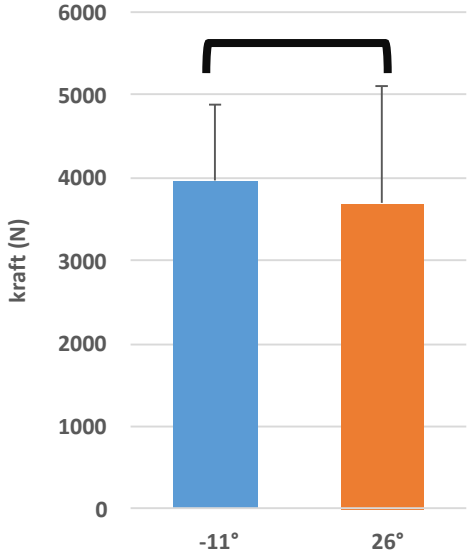
Mekanisk testing

Foreløpige resultater – maks kraft

Overordnede effekter (ser bort fra andre faktorer)







temperatur: minus > romtemperatur

ifyll: uten ifyll < sand, sand + olivenstein

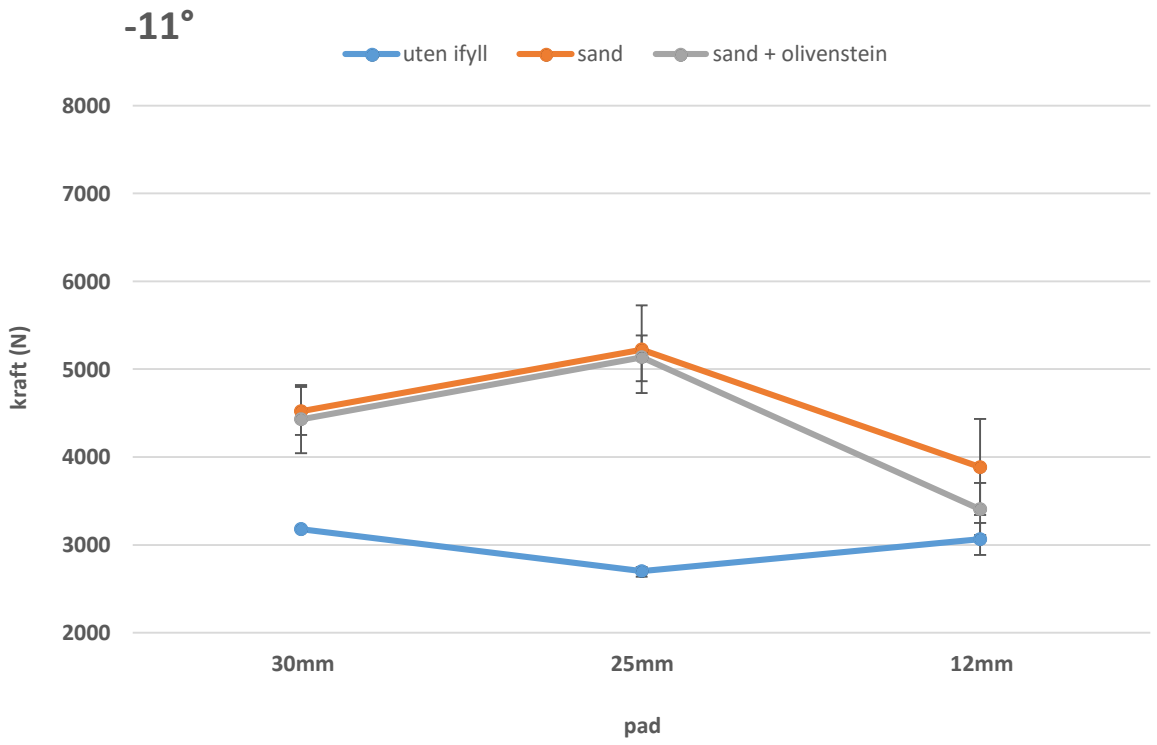
pad: 30mm < 25mm < 12mm

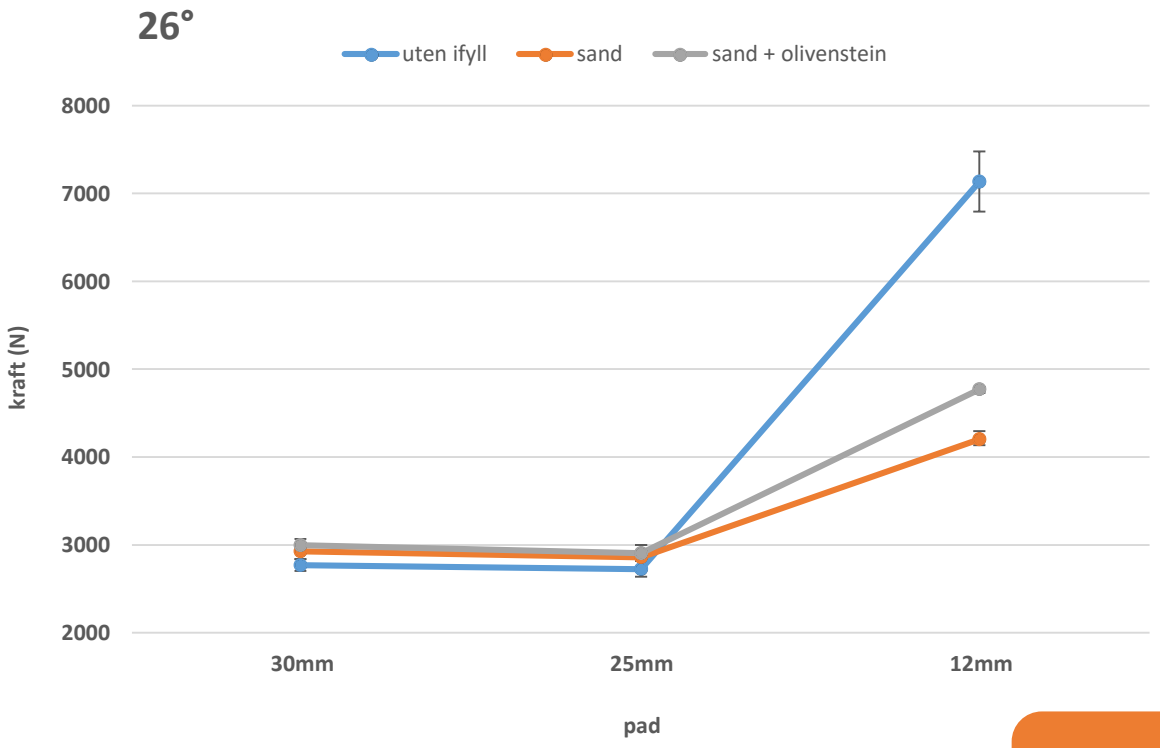
Mekanisk testing

Foreløpige resultater – maks kraft

!! interaksjoner

[pad * ifyll * temp]

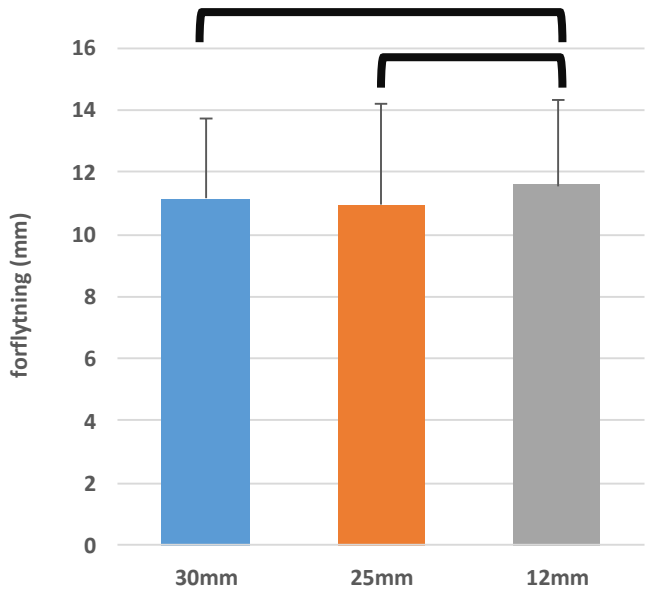


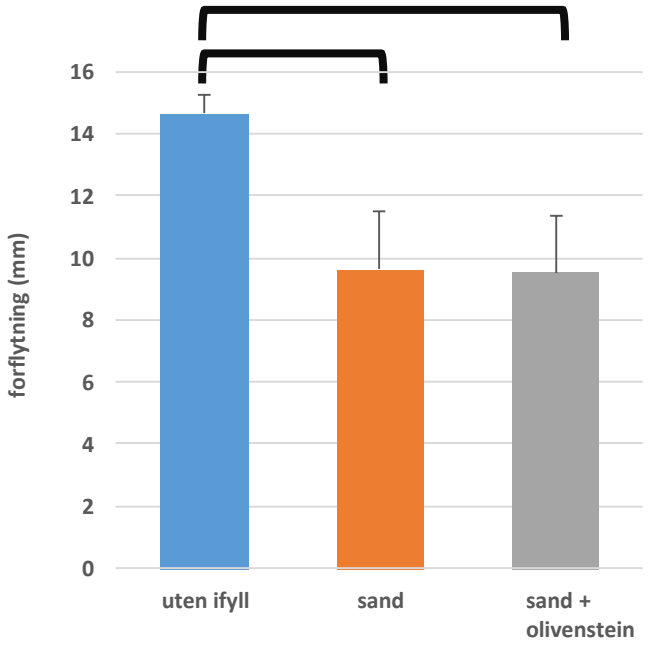


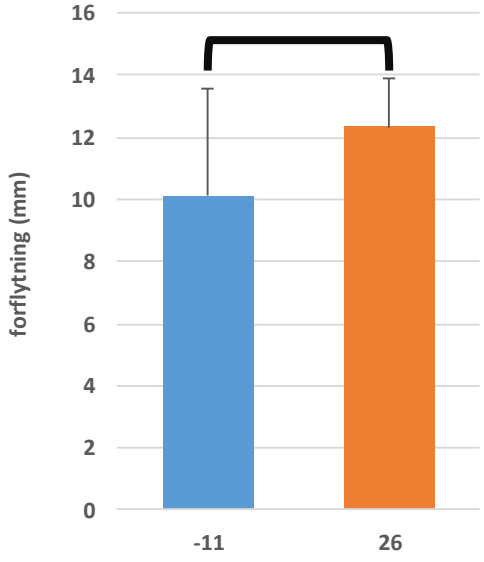
Mekanisk testing

Foreløpige resultater – vertikal deformasjon

Overordnede effekter (ser bort fra andre faktorer)







temperatur: minus < romtemperatur

ifyll: uten ifyll > sand, sand + olivenstein

pad: 30mm, 25mm < 12mm

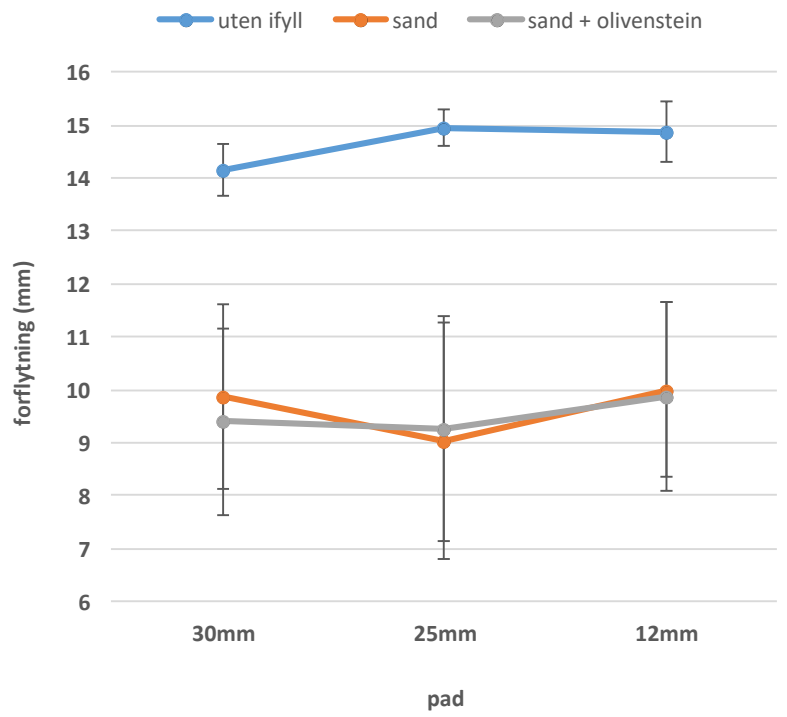
Mekanisk testing

Foreløpige resultater – vertikal deformasjon

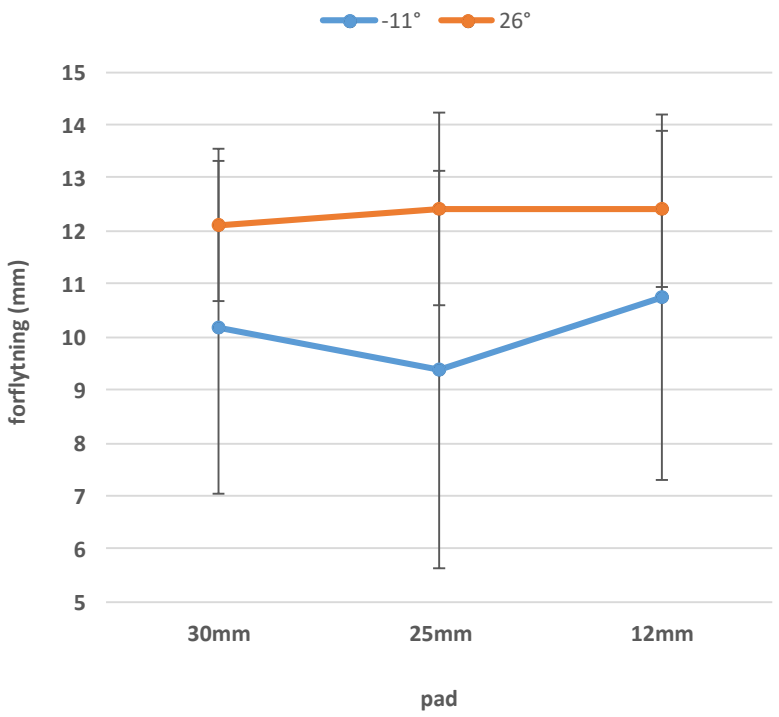
KG 2021

!! interaksjoner

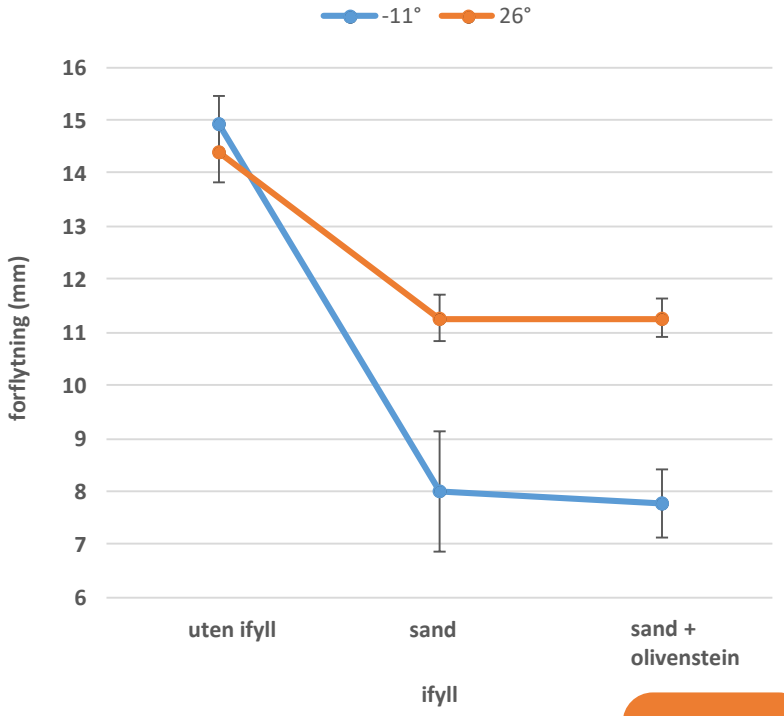
[pad * ifyll]



[pad * temp]



[ifyll * temp]



Mekanisk testing

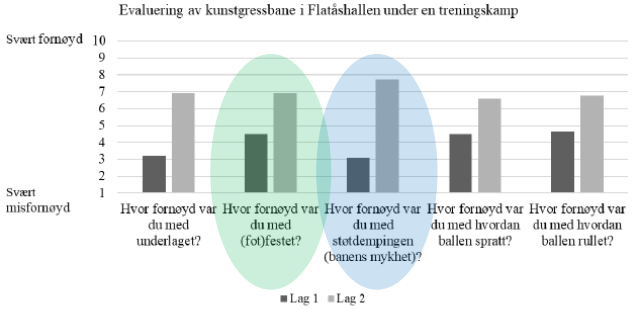
Utøveres oppfatning

Pilotundersøkelse ny bane (30mm pad, sand + olivenstein)

- Treningskamp Flatåshallen 29/2-20

Generelt inntrykk: glattere og hardere enn SBR (noe forskjell mellom lagene)

- Banen målte 28 Nm rotasjonsfriksjon
  - [FIFA 27-48 Nm, Nordisk standard 25-50 Nm]
- Banen målte 65% støtdemping, lite rom for ytterligere økning
  - [FIFA 57-68%, Nordisk standard 55-70%]



Figur 1. Resultat fra pilot på spørreskjema fra 21 fotballspillere som evaluerte opplevelse av en kunstgressbane som har sand og olivenkjerner som ifyll. Svarene ble avgitt mellom 2 omganger under en treningskamp i Flatåshallen.

Noe/svært misfornøyd med sikkerhet på kunstgress (Burillo 2014, NISO 2019, Poulos 2014)

Generelt fornøyd med prestasjonsfaktorer på kunstgress (Burillo 2014)

- *Mindre fornøyd med spill ved høy temperatur og snødekt/frossen bane*

Økt tilfredshet med kunstgress jo lavere nivå (Burillo 2014)

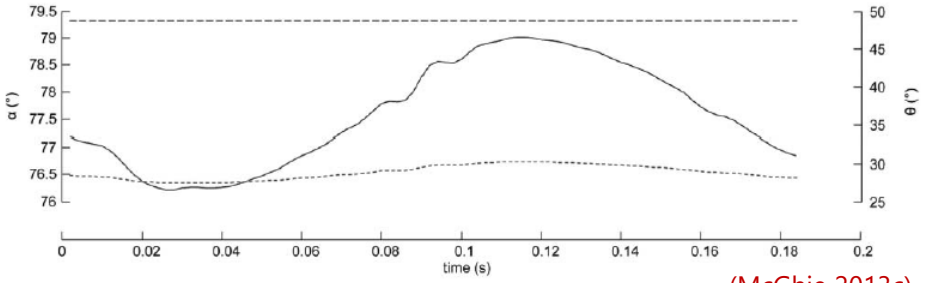
Hva måler egentlig de mekaniske testene?

Bruker-erfaring

maskin	menneske
Kontakttid 0,02-0,04s (upublisert)	Kontakttid 0,2-0,3s (Charalambous 2016, Kirk 2007, McGhie 2013a), >0,45s (El Kati 2012) Tid til maksimal akselerasjon bein 0,02-0,03s (Sánchez-Sánchez 2019)
Lineær forflytning over underlaget 5-20 cm (FIFA 2012, Kuhlman 2009, Severn 2011)	Lineær forflytning over underlaget ubetydelig-1,3 cm (Kirk 2007, McGhie 2013c)
FIFAs rotasjonstest når maks kraftmoment rundt 40° (Webb 2014) Testhåndbok krever 45° rotasjon (FIFA 2015)	3-10° rotasjon ved kontakt med underlaget, retning ikke konstant (El Kati 2012, McGhie 2013c)

Skoen roterer ikke (eller i veldig liten grad) på underlaget ved akselerasjoner og raske retningsforandringer (Frederick 1993, Sabick 2009)

!! Hovedkrav er nok lineær friksjon (unngå å skli) (Frederick 1993)



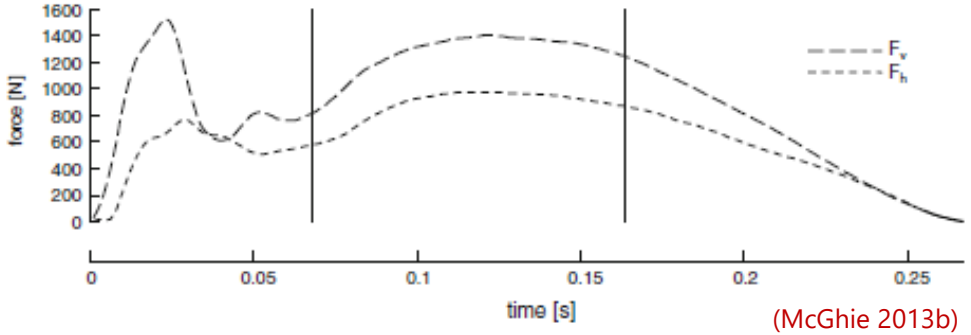
(McGhie 2013c)

Argumentert for biomekaniske studier i nesten 30 år (Frederick 1993, Heidt 1996, McGhie 2013b, Sabick 2009)

Passiv vs. aktiv

Avgjørende faktor for relativ bevegelse er friksjonskoeffisient

forholdet mellom friksjonskraft og normalkraft



(McGhie 2013b)

!! Kraften som påvirker friksjon

- er ikke konstant
- har aktiv komponent

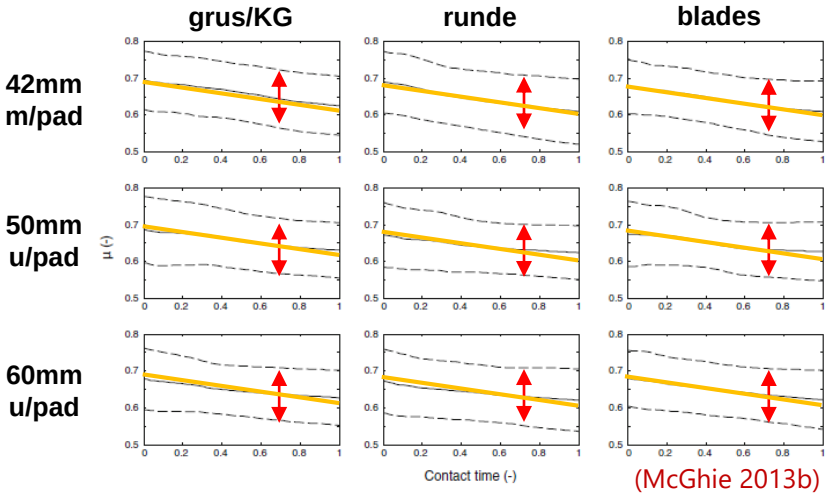
Gjennomsnittlig friksjonskoeffisient 0,64-0,66 for alle kombinasjoner av sko/underlag

Biomekanisk: 0,56-0,66 (McGhie 2013b, Sterzing 2010)

Mekanisk: 0,6-1,4 (Sabick 2009, Severn 2011, Shorten 2003, Wannop 2012)

Anbefalt for idrettsbevegelser: 0,5-1,2 (Frederick 1993, Lloyd 1990, Nigg 1988, Pedroza 2010, Valiant 1993)

Friksjonskoeffisient måles ikke ved banetesting…



(McGhie 2013b)

Biomekanisk testing

Biomekanisk forskning

KG 2021

STØTDEMPING

Økt støtdemping med økt ifyll (Encarnación-Martinez 2018, McGhie 2013a, Sánchez-Sánchez 2019), med pad (Sánchez-Sánchez 2019), med grusbase sammenlignet med asfaltbase (Sánchez-Sánchez 2019)

- Sammenstøtskraft øker med løpshastighet (Encarnación-Martinez 2018)

Økt støtdemping med TPE sammenlignet med SBR (Zanetti 2013)

- Støtdemping upåvirket av type ifyll (SBR vs. TPE) (Meijer 2006)

FRIKSJON

Høyere friksjon med TPE enn SBR (Zanetti 2013)

SKO

Økt støtdemping med grusknotter enn ulike lange knotter (McGhie 2013a, Queen 2008, Smith 2004)

- Lik støtdemping med joggesko, gressknotter og kunstgressknotter (Brock 2014), med ulike lange knotter (Müller 2010, Queen 2008)

Lik lineær friksjon med avlange knotter og runde knotter (McGhie 2013b, Sterzing 2010)

Biomekanisk testing

Er dagens testmetoder gode nok?

"For every complex problem, there is a solution that is simple, neat, and wrong."

Henry Louis Mencken (1880-1956)

Reliabilitet tilsynelatende bra, validitet uvisst

Tar ikke hensyn til tilpasningsevnen i menneskelig bevegelse

Hvem bruker underlaget?

Barn, ungdom, voksne? Kvinner, menn?

Standarden kan ikke baseres kun på «verste tilfelle»

Passende for voksne er for hardt for barn? Passende for barn er for mykt for voksne?

Veien videre?

Biomekanisk testing for godkjenning av baner er ikke realistisk

…og heller ikke nødvendig

- ✓ Bruke ekte bevegelser fra forskjellige brukergrupper som testmetode
- ✓ Undersøke forholdet mellom mekaniske og biomekaniske tester
- ✓ Fokusere på ulike systemkonstruksjoner/ifyll med og uten vedlikehold

“Grass has been the preferred surface for sports such as soccer and football for the majority of their history because it was the available surface best suited to their demands. As a result of this, the development of artificial turf has continually worked toward replicating the properties of grass. However, grass is the default surface not because it is necessarily the best possible, but because it is the best available, which begs the question: should the goal be to make a product that is as similar to grass as possible or should it be to make a product that is the best possible for the sport?”

KG 2021

Trøndelag fylkeskommune

NORGES FOTBALLFORBUND 1902

Kulturdepartementet

ØSTFOLD FYLKESKOMMUNE

NTNU
SIAT – Senter for idrettsanlegg og teknologi

Difi
Direktoratet for forvaltning og ikt

Sveriges Kommuner och Landsting

LOKALE OG ANLÆGS FONDEN

AKERSHUS fylkeskommune

NTNU
Senter for toppidrettsforskning

RÅDE IL
Stiftet 1929

ROSENBORG BALLKLUB

HASLUM IL

HORDALAND FYLKESKOMMUNE

FREDRIKSTAD KOMMUNE

Oppegård kommune

BÆRUM KOMMUNE

FLATÅS IL F.I.L. STIFTET 11. JUNI 1979

EGGE I.L.

KG2021

Tungmetaller og mikroplast

Senter for idrettsanlegg og teknologi

Siri Marie Bø, 26.oktober 2020

Foto: SIAT/Anna Heistad

- Kort om KG2021

- Begrepsavklaringer
  - Mikroplast
  - Tungmetaller
  - Tilstandsklasser

- Funn fra to undersøkelser:
  1. *Tungmetaller i snølagringssonen*
  2. *Tungmetaller og mikroplast under en kunstgressbane i Moss*

Handelens Miljøfond

Om KG2021

Innovasjonsprosjekt, formell start høsten 2019

Pilotbaner, dispensasjon fra 10-års regelen

Innhenting av erfaringer, forskning, utdanning, og formidling

Mikroplast

Små plastfragmenter < 5 mm

Industrielt fremstilt eller dannet ved slitasje

Gummigranulat

Foto: Bjørn Aas

Tungmetaller

Tetthet > 5 g/cm^3

Essensielle og ikke-essensielle tungmetaller

Toksisk ved viss konsentrasjon

Utlekking fra SBR-granulat (alder, størrelse, pH)

Mulige tungmetall i SBR-granulat
Arsen (As)
Kadmium (Cd)
Kobolt (Co)
Krom (Cr)
Kobber (Cu)
Kvikksølv (Hg)
Mangan (Mn)
Nikkel (Ni)
Bly (Pb)
Sink (Zn)

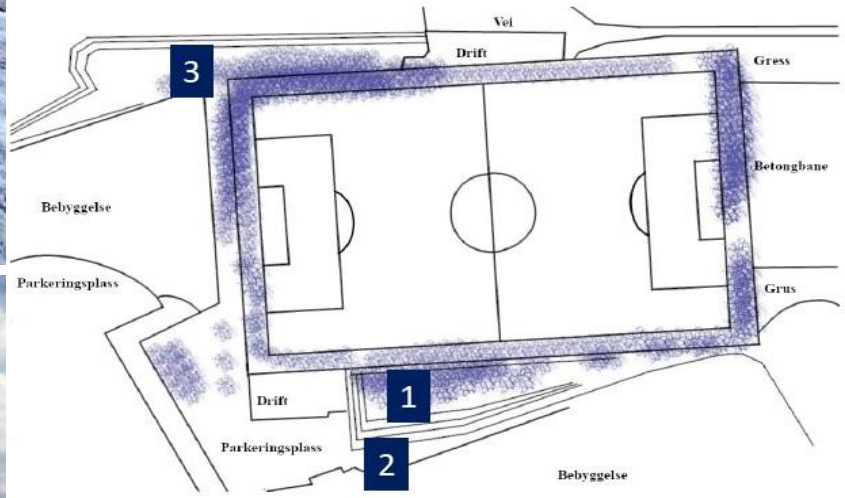
Tilstandsklasser

TA-2553/2009 Tilstandsklasser for forurenset grunn:

Idrettsanlegg, ned til 1 m dyp

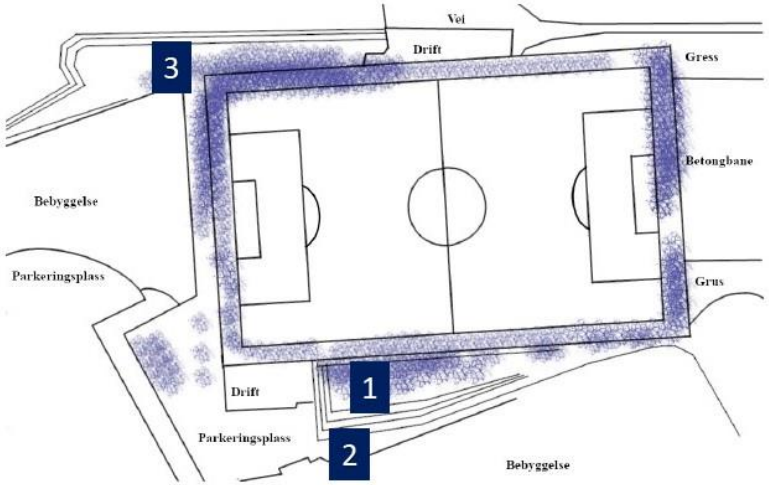
		As [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Hg [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
TK1	Meget god	<8	<1,5	<50	<100	<1	<60	<60	<200
TK2	God	20	10	200	200	2	135	100	500
TK3	Moderat	50	15	500	1000	4	200	300	1000
TK4	Dårlig	600	30	2800	8500	10	1200	700	5000
TK5	Svært dårlig	1000	1000	25000	25000	1000	2500	2500	25000

Trondheim



Bilder: Simon Geithus og Margrét Sylvía Sigfúsdóttir .

Trondheim – funn av tungmetaller



No.	Dybde [cm]	As [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Hg [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
1	0–5	3 ± 1	1 ± 0	94 ± 27	28 ± 3	0 ± 0	48 ± 14	13 ± 2	3 911 ± 2 439
1	5–20	4 ± 0	0 ± 0	114 ± 14	29 ± 4	0 ± 0	59 ± 6	10 ± 1	148 ± 158
1	20–30	4 ± 0	0 ± 0	118 ± 22	29 ± 5	0 ± 0	60 ± 13	12 ± 4	67 ± 14
2	0–5	4 ± 1	0 ± 0	123 ± 62	27 ± 5	0 ± 0	74 ± 51	8 ± 2	470 ± 454
2	5–20	3 ± 1	0 ± 0	109 ± 25	41 ± 31	0 ± 0	62 ±15	8 ± 2	175 ± 212
2	20–30	4 ± 2	0 ± 0	99 ± 26	28 ± 6	0 ± 0	54 ±11	9 ± 4	58 ± 11
3	0–5	3 ± 1	0 ± 0	114 ± 17	26 ± 2	0 ± 0	53 ± 9	16 ± 3	1 587 ± 1 230
3	5–20	4 ±1	0 ± 0	125 ± 27	25 ± 3	0 ± 0	57 ± 8	17 ± 4	75 ± 6
3	20–30	4 ±1	0 ± 0	121 ± 21	25 ± 4	0 ± 0	57 ±10	15 ± 4	72 ± 18

Moss

Foto: Hilde Rønning/Stein Cato Røsnæs 14.mai 2020.

Moss – funn tungmetaller

Område	Tørrstoff [%]	As [mg/kg]	Cd [mg/kg]	Cr [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Hg [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Zn [mg/kg]
Mål 1	94,4	< 0,5	< 0,02	27	31	0,01	32	2	210
Mål 2	95,6	< 0,5	< 0,02	26	35	< 0,01	34	< 1	36
Midt 1	96,8	< 0,5	< 0,02	21	34	< 0,01	32	1	220
Midt 2	93,9	< 0,5	< 0,02	30	33	< 0,01	31	2	66
Innfart1	93,6	< 0,5	< 0,02	31	37	< 0,01	38	1	380
Innfart2	94,9	< 0,5	< 0,02	27	43	< 0,01	42	1	74
Ref 1	81,9	1,4	0,17	8,2	14	< 0,01	5	21	41
Ref 2	84,1	1,6	0,19	7,7	13	0,02	4	25	44
TK1	Meget god	< 8	< 1,5	< 50	< 100	< 1	< 60	< 60	< 200
TK2	God	20	10	200	200	2	135	100	500
TK3	Moderat	50	15	500	1000	4	200	300	1000
TK4	Dårlig	600	30	2800	8500	10	1200	700	5000
TK5	Svært dårlig	1000	1000	25000	25000	1000	2500	2500	25000

Moss – funn mikroplast

	Prøve-mengde [g]	SBR [antall/100g]	Kullrike partikler [antall/100g]				Organiske partikler [antall/100g]				Klorrike partikler [antall/100g]	Fluorrike partikler [antall/100 g]	Note
			PE	PP	PS	EPC	EVA	Nylon	PET	PUR			
Mål 1	21,5	12	23	-	-	-	<12				<12	<12	
Mål 2	25,5	177	<10				10	10	-	10	<10	10 (PTFE)	
Midt 1	26,3	1 149	74	110	-	10	-	-	10	40	<10	<10	a)
Midt 2	25,3	575	<10				-	10	-	-	<10	10 (PTFE)	
Innfart 1	25,5	320	125	50	-	-	-	70	-	90	<10	<10	b)
Innfart 2	28,2	22	27	-	65	-	-	-	-	9	<9	<9	c)
Ref 1	18,3	110	-	14	-	-	<14				<14	<14	
Ref 2	19,7	<13	13	26	65	-	<13				<13	<13	

a) Plastpartikler > 1mm forekommer. 6 stk SBR > 2 mm, 1 PE kunstgressfiber > 5 mm er funnet i segmentet.
b) Ti (10) EPDM og to (2) stk PE kunstgressfiber > 5 mm funnet
c) Ett (1) SBR > 2 mm funnet
- Ingen funn
PE Polyetylen
PP Polypropylen
PS Polystyren
PUR Polyuretan
PET Polyetentereftalat

- Gjennomsnittlig er det funnet 376 SBR-granulat partikler per 100 g jordprøve
- Midtbanen med høyest antall mikroplastpartikler, 1149 stykk per 100 g jordprøve

Gode idrettsanlegg

GODE idrettsanlegg

NTNU
SIAT – Senter for idrettsanlegg og teknologi

Kulturdepartementet

NORGES IDRETTSFORBUND

Kunnskapsportalen for idretts- og nærmiljøanlegg

www.godeidrettsanlegg.no

gia@siat.ntnu.no

@godeidrettsanlegg

godeidrettsanlegg.no/info/nyhetsbrev
Meld deg på vårt månedlige nyhetsbrev her!

Referanser

Miljødirektoratet. *Mikroplast finnes overalt i naturen*. 2020; Fra: https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/avfall/avfallstyper/mikroplast

B. Bocca, G. Forte, F. Petrucci, S. Costantini, and P. Izzo. Metals Contained and Leached From Rubber Granulates Used in Synthetic Turf Areas. Science of the Total Environment,

I.T. Einvik and M.N. Haugen. Undersøkelse av tungmetallutlekking fra SBR-gummigranulat benyttet som fyllmateriale i kunstgressbaner, 2018.

COWI, Innhold og spredning av miljøgifter fra produkter franstilt av gummigranulat. Delrapport 2. 2012: Klima og forurensningsdiirektoratet.

Byggforsk, Potential health and environmental effecs linked to artificial turf systems -final report 2004.