

Drveni sportski podovi

Pijalović, Dorian

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:769761>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-23**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
ŠUMARSKI FAKULTET
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK**

**PREDDIPLOMSKI STUDIJ
DRVNA TEHNOLOGIJA**

DORIAN PIJALOVIĆ

DRVENI SPORTSKI PODOVI

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, rujan 2020.

Predgovor

Sport je najstariji mogući oblik kompeticije ili natjecanja između pojedinaca ili grupa ljudi. Početak razvoja sporta započinje još u prapovijesti, pojava prvih primitivnih oblika sporta kao hrvanje i trčanje, a napredovanje se nastavilo u starom Egiptu pojavom atletike i različitih sportova s loptom. Sport se igrao na površinama od zemlje ili trave, a povremeno na kamenim pločicama. U svakom slučaju, vjerovatno najpoznatije, povijesno gledano, su drevne grčke olimpijske igre koje su se održavale u redovitim intervalima (svake 4. god.) i na kojima je sudjelovao ogroman broj natjecatelja u različitim disciplinama. Prvi vjerodostojni zapis o igrama iz Olimpije datira 776.god poslije Krista.Tada negdje dolazi i do prvih građevina i amfiteatara namjenjenih specijalno za sportske igre, većinski zemljane ili kamene podloge.

Rani razvoj organiziranog sporta,od nekoliko pokušaja olimpijskih igara kroz srednji vijek, do prvih olimpijskih igara u Ateni 1896.god., rezultira potpunoj ekspanziji i popularizaciji sporta početkom 20. stoljeća. Brzući rast broja sportaša dovodi do velikog porasta broja sportova. Razvijaju se igre u zatvorenom, naprimjer: košarka, odbojka, rukomet, mali nogomet i brojni drugi. Uz sve veću promociju sporta i broja natjecatelja, te veću želju za boljim postignućem natjecatelja, sve je veći broj ozljeda uzrokovanih nepravilnim pokretima na čvrstim i neravnim podlogama, redovito zemljanim, kamenim ili betonskim, a rjeđe na složenim građevinama konstruiranih drvenih podloga. Eksperti prepoznaju problem kod velikog broja ozljeda i počinju sa istraživanjem i konstrukcijom sportskih podova. Pojava drvenih sportskih podova dolazi u 20.stoljeću kao i uporaba raznih sintetskih materijala. Pravi pokazatelj razvoja su moderni sportski podovi sa slojevitom konstrukcijom i međuprostorom koji su dokazali da podloga može biti mekša i snositi funkcijsko sportsko opterećenje a ipak umanjiti negativni učinak povratnih udara na zglobove i mišiće sportaša.

U današnjici skoro svaka vrsta sporta, ili grupe sportova, imaju svoju specifičnu izvedbu sportskog poda sa tehničkim zahtjevima i potrebama toga sporta. Profesionalni sportaši koji svoju profesiju svakodnevno obavljaju u sportskim dvoranima i na sportskim terenima, osjete razlike u sportskim podlogama i prilagođavaju se reakcijama poda prilikom doskoka ili odboja lopte. Sportske podloge

se mijenjaju po iskustvu sportaša i njihovih trenera s namjerom poboljšanja zdravlja i maksimizacije sportskog uspjeha.

PODACI O ZAVRŠNOM RADU

AUTOR:	Ime i prezime autora: Dorian Pijalović Datum i mjesto rođenja: 20. srpnja 1996, Sisak JMBAG: 006828325
NASLOV:	Drveni sportski podovi Wood sports floors
PREDMET:	Drvo u graditeljstvu
MENTOR:	Prof.dr.sc. Hrvoje Turkulin
RAD JE IZRAĐEN:	Sveučilište u Zagrebu - Šumarski fakultet Zavod za namještaj i drvene proizvode
AKAD. GOD:	2019./2020.
DATUM OBRANE:	18.09.2020.
RAD SADRŽI:	Stranica: 47 Slika: 62 Tablica: 14 Navoda literature: 13
SAŽETAK:	Ovaj završni rad bavi se vrstama sportskih podova, zatjevima i ispitivanjima svojstava sportskih podova. Nadalje, osnovnim konstrukcijama i načinu izvođenja sportkih podova, o drvu i drvnima materijalima, kao i pomoćnim materijalima za izradu podova, te greškama i osnovnim tehnološkim aspektima obnavljanja tih grešaka. Sportski podovi zahtijevaju specijalna funkcijska i tehnička svojstva zbog sigurnosti sportaša i mogućnosti ozljeda korisnika dvorane.

	IZJAVA O IZVORNOSTI RADA	OB ŠF 05 07
		Revizija: 1
		Datum: 18.09.2020.

„Izjavljujem da je moj *završni rad* izvorni rezultat mogega rada te da se u izradi istoga nisam *koristio* drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

vlastoručni potpis

Dorian Pijalović

U Zagrebu, 18. rujna 2020.

SADRŽAJ

Predgovor.....	II
SADRŽAJ.....	5
1. UVOD	7
2. Svojstva drvenih sportskih podova.....	8
2.1. <i>Europske norme.....</i>	<i>9</i>
2.2. <i>EN 14904: Površine sportskih terena - Specifikacija za površine u zatvorenom prostoru za multisportsku uporabu</i>	<i>11</i>
2.3. <i>HRN EN 14904: Zahtjevi za sigurnost pri upotrebi.....</i>	<i>16</i>
2.4. <i>HRN EN 14904 Tehnički zahtjevi.....</i>	<i>20</i>
2.5. <i>HRN EN 14904 Ocjena usklađenosti.....</i>	<i>25</i>
2.6. <i>DIN 18032–2:2001.....</i>	<i>29</i>
3. Različite izvedbe drvenih sportskih podova	30
3.1. <i>Fiksni plošno-elastični drveni podni sustavi.....</i>	<i>32</i>
3.2. <i>Fiksni točkasto-elastični drveni podni sustavi.....</i>	<i>38</i>
3.3. <i>Slobodno postavljeni drveni podni sustavi.....</i>	<i>41</i>
3.4. <i>Montažni sustavi</i>	<i>45</i>
4. Greške drvenih sportskih podova.....	48
4.1. <i>Greške koje se pojavljuju u kratkom periodu vremena</i>	<i>49</i>
4.2. <i>Greške koje se pojavljuju u kasnijem periodu pred kraj životnog vijeka</i>	<i>58</i>
5. ZAKLJUČAK	60
LITERATURA.....	61

1. UVOD

Dvoranski sportski pod je izuzetan drveni proizvod, čija se svojstva pažljivo prilagođavaju posebnoj namjeni. Mali udio drvenih proizvoda, s izuzetkom muzičkih instrumenata, zahtijeva tako delikatnoj i osjetljivoj, a ipak učinkovitoj mješavini svojstava drva, izrade i razvoja proizvoda i tehnikama sastavljanja, kako bi se zagarantirala idealna korisnost i dugotrajna potpora predviđenim uporabnim i specijaliziranim svojstvima. (Turkulin, 2015.)

Problemi kod sportaša najčešće nisu sportske ozljede, već povrede, tj. prijelomi, povrede zglobova, mišića i ligamenata. Događaju se zbog situacija kod samih treninga, utakmica ili natjecanja izazvanih nepravilnim pokretima, umorom sportaša ili metodikom treninga, ali redovito zbog nedostatka odgovarajućih fizikalnih svojstava sportske podloge. Naprimjer, čvrstoća otpora za odraz i ublažavanje udara pri doskoku, kombinacija su svojstava koje sportski pod treba optimalno uskladiti. Zbog toga je sportski pod najzahtjevnija i najsloženija konstrukcija poda u interijeru.

(Turkulin, 2015.)

Pojavom i globalizacijom sportova kao što su tenis i košarka, dolazi do razvoja sportskih podloga na bazi drva, sintetskih materijala, itd. Osnivaju se sportske svjetske organizacije poput FIBA-e(1932.god.) i FIFA-e(1904.god.) koje propisuju i tehničke uvjete za odvijanje sportskih aktivnosti. Dolazi do određivanja normi koje jasno definiraju pravila izvedbe sportski podova, ponajprije zbog zdravlja samih sportaša i trenera. Do 2006. u Hrvatskoj se primjenjivala norma DIN 18032, a zamijenila ju je HRN EN 14904, koja je preuzela većinu smjernica iz norme DIN uz nadopunu. Bez obzira na to, udruge FIBA, BWF, FIVB, FIFA, IHF i različite sportske organizacije postavljaju dodatne zahtjeve na podove koji učinkovito ispunjavaju preduvjete DIN ili EN normi.

2. Svojstva drvenih sportskih podova

Svojstva drvenih sportskih podova razlikuju se ovisno o njihovoj namjeni. Dvorane u školama trebale bi imati podove čija bi svojstva u osnovi trebala ispunjavati preduvjete koji jamče zdravlje i fizičku sigurnost djece. Namijenjeni proizvedeni podovi za određeni sport omogućuju sportašima i svim korisnicima dvorana bolji sportski napredak i rezultate.

Velik dio dvorana, naročito školskih dvorana, upotrebljuje se višenamjenski, pa takvi sportski podovi moraju omogućiti fizikalna i tehnička svojstva koja podržavaju, osim sportskih aktivnosti, i održavanje priredbi, skupova, predstava itd. Neki od općih zahtjeva sportskih podova su: da bude elastičan u toj mjeri da ublaži opterećenja na zglobove i smanji mogućnost povreda, da ima predviđeno trenje podloge (optimalna klizavost), da dobro izolira hladnoću, da ima bolju apsorpciju zračnog zvuka i manju emisiju udarnog zvuka, da bude uredan i čist uz lako održavanje.

Sportski pod uz ova navedena svojstva ima nekoliko svojstava koja su poželjna za izvedbu kvalitetnog poda kao naprimjer: da bude svijetao ali bez odbljeska, otpornost površine na udar, ogrebotine, kemikalije i ispiranje vodom, trošenje, da ne bude pretjerano skup za izradu, da bude jednostavan pri izradi i pristupačan kod popravaka, da omogući prihvat i usade ili premještanje sportskih naprava, mora omogućiti podpodnu ventilaciju, instalaciju vodova ili grijanja, da bude ekološki prihvatljiv, nenadražujući, razgradljiv i neotrovan (Turkulin, 2015).

2.1. Europske norme

Pojava novih, složenijih konstrukcija sportskih podova uvjetovala je izradu normi kojima podovi moraju udovoljavati. Stvaranjem Europske unije te njezinom politikom jedinstvenog tržišta koje se temelji na usklađenim zakonima, zajedničkoj trgovinskoj politici i ostalim društvenim parametrima dolazi do potrebe harmonizacije normi u državama članicama što vodi do stvaranja CEN – a, tj. Europskog odbora za standardizaciju (Comité Européen de Normalisation). CEN je neprofitna organizacija koja postavlja EN norme koje imaju za cilj poticanje Europskog gospodarstva u svjetskoj trgovini, poticanje dobrobiti europskih građana i okoliša sa osiguranjem djelotvorne infrastrukture stranama zainteresiranim za razvitak, održavanje i distribuciju zajedničkih setova standarda i specifikacija. Članovi CEN-a su nacionalne institucije za normizaciju Austrije, Belgije, Cipra, Češke Republike, Danske, Estonije, Finske, Francuske, Njemačke, Grčke, Mađarske, Hrvatske, Islanda, Irske, Italije, Letonije, Litve, Luxemburga, Malte, Nizozemske, Norveške, Poljske, Portugala, Rumunjske, Slovačke, Slovenije, Španjolske, Švedske, Švicarske i Ujedinjenog Kraljevstva.

Članice CEN – a obvezne su se pridržavati unutarnjih pravila CEN – a koji uvjetuju zahtjeve za davanje svakoj normi statusa nacionalne norme bez ikakvih promjena. Procesom pripreme Hrvatske za ulazak u Europsku uniju te samim ulaskom u Europsku uniju Hrvatska je odbacila stare DIN i JUS norme, a uvela EN norme kao nacionalne, HRN EN norme. DIN i JUS norme ostale su na snazi samo u slučaju ako je tako zahtjevalo zakonodavstvo Republike Hrvatske ili u slučajima kada ne postoji odgovarajuća EN norma, a za sportske podove prihvaćena je EN norma 14904.

1988. godine osnovan je Tehnički odbor CEN/TO 217 kako bi ustanovio zahtjeve koji se postavljaju na površine sportskih terena. Cilj tehničkog odbora je postaviti standarde za površine i njihove konstrukcije koje se baziraju na učinkovitosti sa stajališta korisnika. Osim navedenog, važno je ustanoviti Europske norme za sportske površine kako bi omogućili slobodno kretanje robe i usluge kroz Europsku zajednicu te zemlje EFTA - e.

„Standard HRN EN 14904 je značajan standard za građevinske proizvode: navodi sve osobine koje pojedini proizvod treba imati, propisuje metode po kojima treba izvesti ispitivanja (navedeni su brojevi standarda za ispitivanje), a u dodatku su navedene obvezne osobine s obzirom na zahtjeve Direktive o građevinskim proizvodima. U tome se razlikuje od dosad korištenog njemačkog standarda DIN 18032-2, u kojemu su bili navedeni detaljni opisi ispitivanja kao i minimalne zahtijevane vrijednosti ispitanih svojstava.“ (Srpcić, 2007).

Krajnji rezultat rada CEN-a u području sportskih podova su dvije nove europske norme. Radi se o EN 14904:2006 Površine sportskih terena – Specifikacija za površine u zatvorenom prostoru za multisportsku upotrebu i EN 15330-1:2007 Površine sportskih terena – Umjetna trava i šivane površine namijenjene za vanjsku upotrebu – Specifikacija za umjetnu travu. EN 14904 prihvaćena je 2006. godine, a nakon prisvajanja načela EN u sportu, TO 217 nije prestala s radom i nastavila je proizvoditi nove mjere s ciljem poboljšanja postojećih standarda u skladu s novonastalim metodama ispitivanja površina sportskih podova.

2.2. EN 14904: Površine sportskih terena - Specifikacija za površine u zatvorenom prostoru za multisportsku uporabu

„Ova Europska norma specificira zahtjeve za površine u zatvorenim objektima za multisportsku uporabu. Također obuhvaća sustave površina koji uključuju i njihove potporne i gornje slojeve, bilo da su montažni, proizvedeni na licu mjesta ili kao kombinacija ovoga dvoga. Ona također određuje ocjenu usklađenosti proizvoda sa zahtjevima ove Europske norme. Ova Europska norma ne primjenjuje se na zatvorene dvorane za tenis.“(EN 14904:2006:E)

Donji sloj mora omogućiti propisanu elastičnost poda (kod vanjskih podloga i mogućnost cijeđenja vode), srednji sloj je namijenjen raspodjeljivanju opterećenja, a površina mora biti otporna na habanje i imati pravilnu sposobnost klizanja (Srpčić, 2007).

„Za svrhe ove Europske norme primjenjuju se sljedeći uvjeti i definicije:

1. Objekti za višestruku sportsku upotrebu
2. Sportski pod elastične površine
3. Točkasto elastičan sportski pod
4. Kombinirani elastični sportski pod
5. Miješani elastični sportski pod.

1.) Objekti za višestruku sportsku upotrebu - sportske dvorane u kojima se na površini igra više od jedne sportske igre, naprimjer rukomet, košarka, odbojka, mali nogomet i koje se također mogu koristiti za tjelesni odgoj i ostale sportske aktivnosti.

2.) Sportski pod elastične površine - sportski pod kod kojeg primjena pojedinačne sile uzrokuje progib na relativno velikoj površini oko točke primjene sile.



Slika 1: Sportski pod elastične površine

(https://www.alibaba.com/product-detail/PARQUET-S10-SPORTS-FLOORING-INDOOR-MULTIPURPOSE_50034646007.html)



Slika 2: Djelovanje čovjeka na sportski pod elastične površine

(Tarkett,GB - Indoor Offre Concept 25 & 26 Novembre 2002.)

3.) Točkasto elastični sportski pod - pod kod kojeg primjena pojedinačne sile uzrokuje progib samo u točki ili blizu točke primjene sile.



Slika 3: Točkasto elastični sportski pod

(<http://www.dynamiksportsfloors.co.uk/sports-flooring/point-elastic-sports-flooring/>)

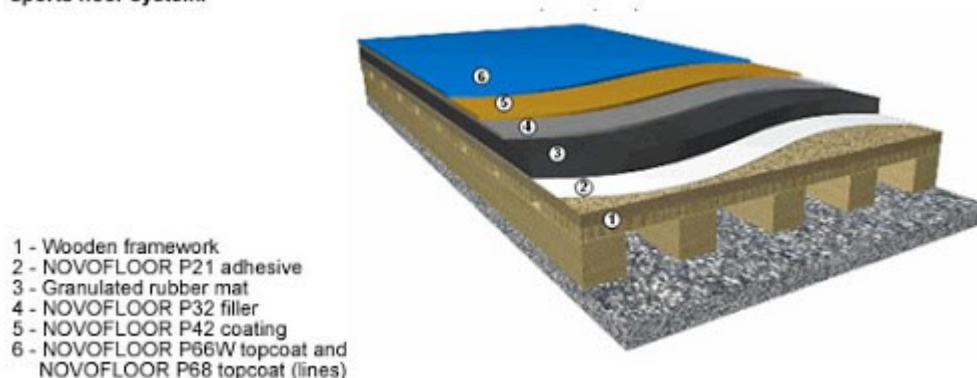


Slika 4: Djelovanje čovjeka na točkasto elastični sportski pod

(Tarkett,GB - Indoor Offre Concept 25 & 26 Novembre 2002.)

4.) Kombinirani elastični sportski pod - pod elastične površine s točkasto elastičnim gornjim slojem kod kojeg primjena pojedinačne sile uzrokuje i lokalizirani progib i progib na široj površini.

The figure below shows the typical layer arrangement of the combined elastic sports floor system.



Slika 5: Kombinirani elastični sportski pod

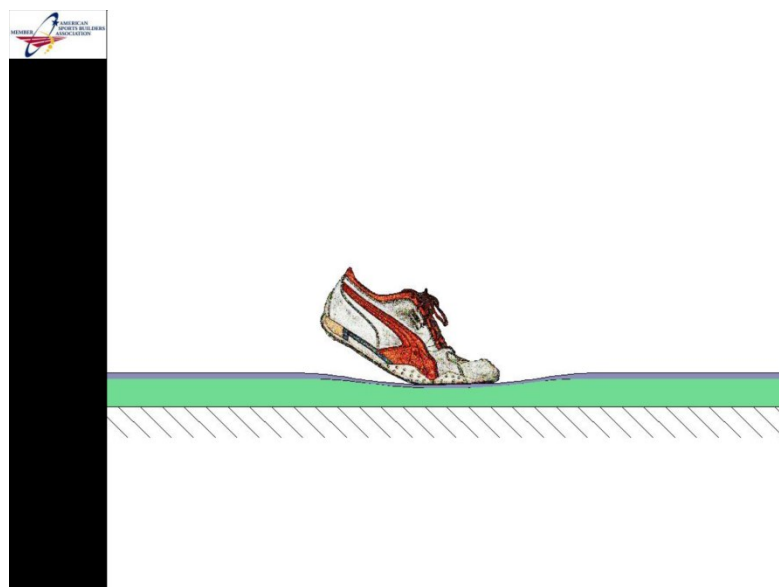
(http://www.novofloor-novol.com/produkty_nf.php?id=10)



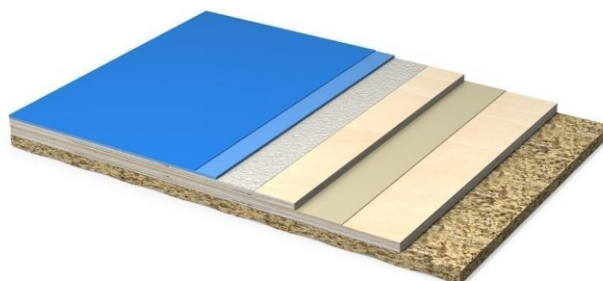
Slika 6: Djelovanje čovjeka na kombinirano elastični sportski pod

(Tarkett,GB - Indoor Offre Concept 25 & 26 Novembre 2002.)

5.) Miješani elastični sportski pod - točkasto elastični sportski pod sa sintetičkom komponentom ukrućenja površine.“(EN 14904:2006:E)



Slika 7: Miješani elastični sportski pod (<http://biblus.accasoftware.com/en/wp-content/uploads/sites/2/2019/03/EN-14904.pdf>)

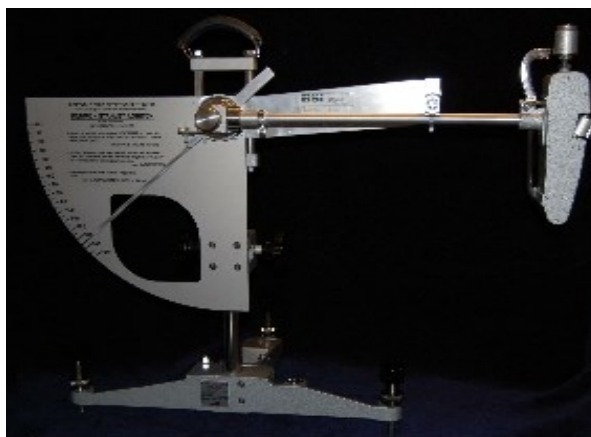


Slika 8 : Miješani elastični sportski pod
(<https://www.polytan.com/products/sports-surfaces/indoor-systems-sports-surfaces/gym-area/>)

2.3. EN 14904: Zahtjevi za sigurnost pri upotrebi

„Sportske površine podvrgnute su složenoj reakciji kada su izložene dinamičkom opterećenju. Poželjne komponente u interakciji su deformacija pod opterećenjem, sposobnost prigušenja udara te vraćanje energije udara, tj. količina energije vraćena sportašu s površine na kojoj rade. Sposobnost površine da priguši udar važna je karakteristika sigurnosti sportske površine. Stoga su specificirane vrijednosti neizbježno kompromis između ovih temeljnih karakteristika. Sportske površine različito reagiraju pri različitim temperaturama i koeficijentima deformacije; one postaju tvrđe pri nižim temperaturama, a mekše pri višim temperaturama.“(EN 14904:2006:E)

Trenje ili svojstvo proklizavanja podloge se testira metodom koja je opisana u EN 13036-4 uporabom CEN-gume u suhim uvjetima pri temperaturi od $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$, srednja vrijednost pokusa njihovom mora biti između 80 i 110 i nijedan pojedinačni ispitni rezultat ne smije se razlikovati od srednje vrijednosti za više od četiri jedinice. Trenje se ostvaruje između gume smještene na kraju njihala koje rotira iz gornjeg horizontalnog položaja prema podnoj plohi, te uslijed gubitka energije zbog trenja o podlogu zaustavlja se prije dolaska u vrijednost kuta od približno 180° . Vrijednost se očituje na skali u dostignutoj poziciji klatna koja predstavlja mjeru klizavosti (USRV jedinice - engl. Unpolished Slip Resistance Value, ili vrijednost otpora klizanju (nepolirano). Dovoljno trenje između sportske podloge i obuće sportaša je važan zahtjev sigurnosti zbog potencijalnih ozljeda i neigrivosti.



Slika 9: Mjerni instrument za ispitivanje klizavosti površine

(<http://floor-slip.com/pendulum-test-to-check-floor-to-bs-7976-and-bs13036-4.html>)

Prigušenje udarca ili redukcija sile bitno je svojstvo sigurnosti sportske površine. Norma EN 14808, koja opisuje metodu testiranja prigušenja udarca, navodi da se izvode minimalno četiri pokusa plus jedan pokus na svakih 500 m² površine, srednja vrijednost redukcije sile mora biti između 25% i 75% i nijedan pojedinačni rezultat ne smije se razlikovati od srednje vrijednosti za više od ± 5 jedinica.

Rezultat određivanja prigušenja udara prema EN 14808 je usporedba ispitne površine s potpuno krutom podlogom, tj. betonskim podom definirane mase. Principom se određuje kolika se sila apsorbira na sportski pod. Prilikom testiranja masa od $20 \pm 0,1$ kg s visine od $55 \pm 0,25$ mm sa spiralnom oprugom vrijednosti 2000 ± 60 N/mm koja se mjeri na 500mm od mjesta opterećenja. Opruga se nalazi na uređaju koji mjeri silu prilikom udara. Maksimalna sila može se izračunati po formuli:

$$F_{max} = mg(1 + \sqrt{1 + \frac{2hk}{mg}})$$

Gdje je:

F_{max} = Teoretska maksimalna sila

m = Masa utega u kg

g = Standardna gravitacija, 9.80665 m/s²

h = Visina u m

k = sila opruge u N/m

Smanjenje sile računa se po sljedećoj formuli: $R = (1 - \frac{F_t}{F_r}) * 100$

Gdje je:

R = smanjenje sile

F_t = Najviša izmjerena maksimalna sila na uzorku u N

F_r = Referentna sila kalibrirana pomoću betona u N

(<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:962490/FULLTEXT01.pdf>)

Tablica 1: Zahtijevane vrijednosti prigušenja udara po HRN EN 14904

Tip	Točkasto elastičan sportski pod	Miješani elastični sportski pod	Sportski pod područno-elastične površine	Kombinirani elastični sportski pod
1	$\geq 25 < 35$			
2	$\geq 35 < 45$			
3	≥ 45	$\geq 45 < 55$	$\geq 40 < 55$	$\geq 45 < 55$
4		$\geq 55 < 75$	$\geq 55 < 75$	$\geq 55 < 75$



Slika 10: Uređaj za ispitivanje prigušenja udara po EN 14808

(<http://biblus.accasoftware.com/en/wp-content/uploads/sites/2/2019/03/EN-14904.pdf>)

Vertikalna deformacija ili standardno uleknuće mjeri se po EN 14809 te su sve vrijednosti određene prema toj normi. Vertikalna deformacija iskazuje ponašanje poda kod uvijanja prilikom udara i ne smije prijeći 5,0 mm. Oprema za određivanje vertikalne deformacije je identična kao i kod mjerenja prigušenja udara, jedino je na ispitni uređaj dodana šipka koja leži na dva udaljena ispitna uzorka. Opruga ima vrijednost $40 \pm 1,5$ N/mm, a visina ispuštanja utega je $120 \pm 0,25$ mm. Takvo ispitivanje daje maksimalnu teoretsku od 1,58 kN. Vertikalna deformacija računa se po sljedećoj formuli: $D = \left(\frac{1500 \text{ N}}{F_{max}} \right) * f_{max}$

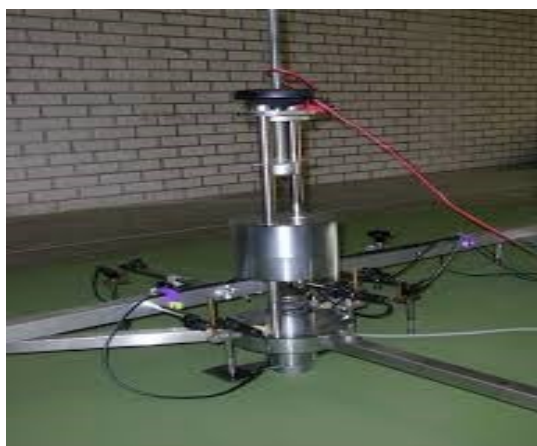
Gdje je:

D = Vertikalna deformacija u mm

F_{max} = Maksimalna sila prilikom testiranja u N

f_{max} = Deformacija poda na osi padajućeg utega

(<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:962490/FULLTEXT01.pdf>)



Slika 11: Uređaj za ispitivanje vertikalne deformacije po EN 14904

(<http://biblus.accasoftware.com/en/wp-content/uploads/sites/2/2019/03/EN-14904.pdf>)

Tablica 2: Vrijednosti maksimalnih vertikalnih deformacija po EN 14904

Tip	Točkasto elastičan sportski pod	Miješani elastični sportski pod	Sportski pod elastične površine	Kombinirani elastični sportski pod
1	$\leq 2,0$			
2	$\leq 3,0$			
3	$\leq 3,5$	$\leq 3,5$	$\geq 1,8 < 3,5$	$\geq 1,8 < 5,0$ $VD_p \geq 0,5 < 2,0^*$
4		$\leq 3,5$	$\geq 2,3 < 5,0$	$\geq 2,3 < 5,0$ $VD_p \geq 0,5 < 2,0^*$
VD _p – vertikalna deformacija točkasto elastične promjene				

2.4. HRN EN 14904 Tehnički zahtjevi

Tehnički zahtjevi europske norme HRN EN 14904 dijele se na;

- Ponašanje lopte pri vertikalnom odrazu
- Otpornost na opterećenje kotrljanjem
- Otpornost na habanje (abraziju)
- Reakciju na vatru
- Emisiju formaldehida
- Sadržaj pentaklorofenola (PCP)
- Zrcalni odraz
- Zrcalni sjaj
- Otpornost na utiskivanje
- Otpornost na udar
- Stupanj ravnosti

Ponašanje lopte pri vertikalnom odrazu određuje se prema HRN EN 12235 koristeći košarkašku loptu. Izvodi se minimalno četiri pokusa plus jedan pokus na

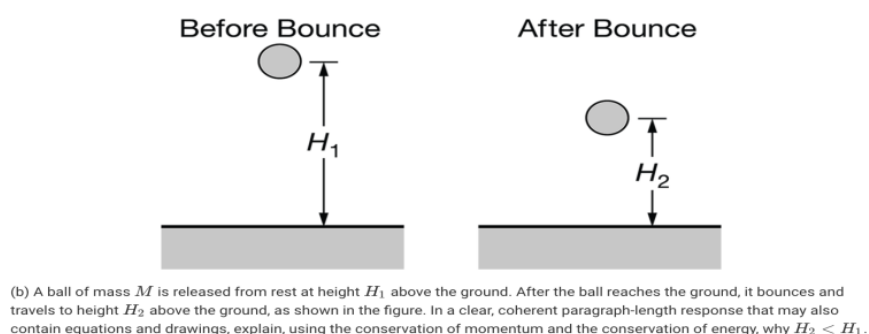
svakih 500 m² terena, srednja vrijednost relativne visine odskoka mora biti ≥ 90 % od visine odskoka na betonu i nijedan pojedinačni rezultat ne smije se razlikovati od srednje vrijednosti za više od ± 3 jedinice. Sa visine bacanja od 1,80 m, vrijednost odbijanja od betona mora biti ≥ 90 %, odnosno višlja od 1,62 m.

Formula po kojoj se izračunava odboj lopte: $R\% = \frac{R_s}{R_c} \times 100$

$R\%$ - relativni postotak odbojne visine lopte

R_s - odbojna visina sportske podloge; izražena u metrima

R_c - odbojna visina betona; izražena u metrima



Slika 12: Prikaz odbijanja lopte od poda

(<https://www.chegg.com/homework-help/questions-and-answers/bounce-bounce-y-x-0000-ball-thrown-toward-ground-figure-shows-direction-ball-reaches-groun-q43997808>)

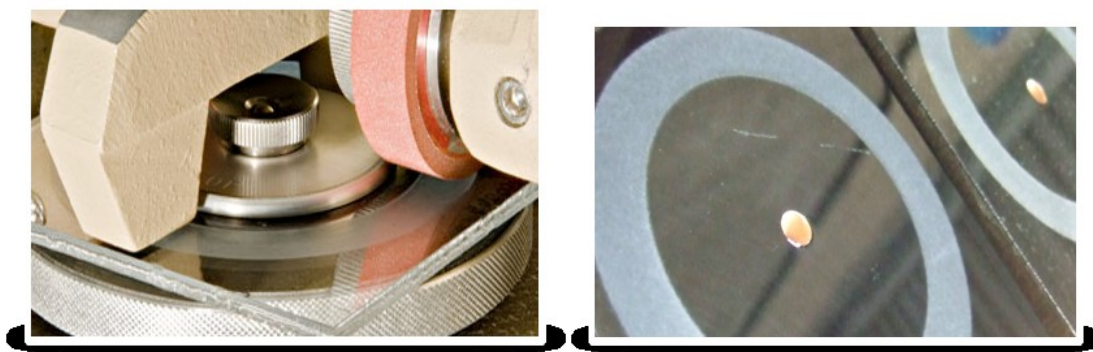
Otpornost na opterećenje kotrljanjem ispituje se prema HRN EN 1569, minimalna otpornost mora biti 1 500 N, maksimalno udubljenje mora biti 0,5 mm ispod lopatice-ravnjača od 300 mm, i nakon ispitivanja ne smije se primijetiti nikakvo zamjetljivo oštećenje. Vrijeme povratka je 15-20 min pod tim opterećenjem i maks. udubljenje mora biti 0,5 mm. Pri dobroj otpornosti kotrljajućem opterećenju ne smiju nastati trajni tragovi na podu ako se po njemu kotrlja 30 mm široki kotačić opterećen silom od 1500 N.



Slika 13: Uređaj za određivanje otpornosti na opterećenje kotrljanjem
(sport-parquet-floor.blogspot.com/2014/06/sports-parquet-floor-rolling-load.html)

Otpornost na habanje mjeri se po HRN EN ISO 5470-1. Pri mjerenju se koriste H18 kotačići s opterećenjem od 1 kg, a maksimalni dozvoljeni gubitak mase pri 1000 ciklusa iznosi 1,000 mg za sintetičke površine.

Otpornost na habanje lakiranih površina također se ispituje po HRN EN ISO 5470-1, uporabom ispitnih kotača CS10 s opterećenjem od 0,5 kg. Maksimalni gubitak mase nakon 1000 ciklusa je 80 mg.



Slika 14 i 15: Uređaj za određivanja otpornosti na habanje
(<https://www.awlltd.co.uk/taber-abrasion-test/>)

Reakcija na vatru određuje se po HRN EN 13501-1. Dijeli se u dva razreda otpornosti; na građevne elemente ne uključujući podne obloge i na podne obloge koje sadržavaju protupožarne usporivače/inhibitore (f_{fl} kriterij), bitan je postupak čišćenja kod takvih obloga. Klasifikacija za podove dijeli se u 6 razreda, od razreda F_{fl} do razreda A_{fl} . Ispitivanje reakcije na vatru vrši se metodom širenja plamena.

Nastajanje dima dijeli se u dvije kategorije; s1, s2 ili s3. S1 kategorija propisuje malo ili nikakvo generiranje dima($\leq 750\% \times \text{minute}$), u s2 kategoriju pripadaju proizvodi koji stvaraju umjernu količinu dima veću od klase 1, dok u s3 pripadaju svi ostali proizvodi. Klasifikacija je obavezna za sve proizvode koji pripadaju u klasu reakcije na vatru F_{fl}, D_{fl}, C_{fl}, B_{fl} ili A2_{fl}.

Tablica 3 - Parametri proizvoda koji utječu na reakciju na požar površina u zatvorenim sportskim dvoranama(EN 14904:2006:E)

Parametri	Komentari
Sastav	Svaka sportska podna obloga različitog sastava, složena konstrukcija ili površinski sloje moraju se testirati odvojeno.
Debljina	Ako je sportska podna obloga proizvedena s nizom različitih nominalnih debljina, to treba uzeti u obzir kod testiranja. Testirat će se barem minimalna i maksimalna debljina (jedan pojedinačan indikativan test za svaku), a u najgorem slučaju provest će se kompletan niz ispitivanja. Najgori rezultat određuje klasifikaciju.
Masa po jedinici površine ili gustoća	Ako je sportska podna obloga proizvedena s nizom različitih nominalnih masa po jedinici površine ili gustoćama, to treba uzeti u obzir pri testiranju. Testirat će se barem minimalne i maksimalne mase po jedinici površine ili gustoće (jedan pojedinačan indikativan test za svaku), a u najgorem slučaju provest će se kompletan niz ispitivanja. Najgori rezultat određuje klasifikaciju.
Tekstura/građa površine	Ako je sportska podna obloga proizvedena s nekoliko različitih tekstura površine te se pretpostavlja da će to utjecati na ponašanje pri požaru, to treba uzeti u obzir pri testiranju. Testirat će se svaka tekstura površine (jedna klasifikacija za svaku). Najgori slučaj određuje klasifikaciju.

Boja i dizajn	Boja i dizajn sportske podne obloge nemaju nikakva učinka na reakciju na požar, osim ako razne boje i dizajn ne izmijene sastav ili ostale parametre, kako je gore navedeno.
---------------	--

Emisija formaldehida mjeri se po HRN EN 717-1 i EN 717-2. Dijeli se u dva razreda, E1 i E2. Ako materijalima koji ne sadrža formaldehid u procesu proizvodnje nisu dodani materijali koji sadrže formaldehid oni pripadaju u klasu E1.

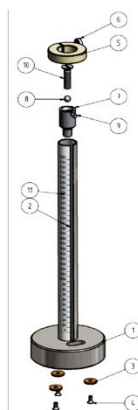
Zrcalni odraz mjeri se po HRN EN 13745 te se koristi koristi se kut svjetlost od 85° , u rezultatima navesti srednju vrijednost.

Zrcalna sjaj mjeri se po EN ISO 2813 za što se koristi kut upada svjetlosti od 85° , zrcalni sjaj mora biti $\leq 30\%$ za mat površine i $\leq 45\%$ za lakirane površine.

Otpornost na utiskivanje testira se po HRN EN 1516. Deformacija se mjeri na mjestu udubljenja 5 min nakon rasterećenja, a normirana srednja vrijednost udubljenja mjeri se 24 sata nakon micanja tereta i ne smije biti $> 0,5$ mm. Za prostorno elastične sportske podove testirati samo gornji sloj koji se oslanja na krutu konstrukciju.

Otpornost na udar mjeri se po HRN EN 1517. Nakon kondicioniranja u uvjetima od 14 dana pri $t=50\pm 1^{\circ}\text{C}$ i testiranja pri ispitnoj temperaturi $t=10\pm 1^{\circ}\text{C}$ uporabom ispitnog šiljka 800 g nakon testiranja ne smiju biti vidljivi tragovi pukotina, cijepanja, delaminacije ili trajnih utisaka na ispitnom uzorku, osim što za drvene sportske podove udubljenje ne smije prijeći 0,5 mm.

Objekt	Bauteilbezeichnung
1	Aufnahmege wicht
2	Fallrohr
3	Auflagefuß
4	Schraube M5x12
5	Ring zur Höheinstellung
6	Schraube M6 x 40
7	Fallbolzen 150 g / 100 g
8	Kugel
9	Griff
10	Schraube M10 x 40
11	Skala



Slika 16: Uređaj za određivanja otpornosti na udar

(<https://www.globalwoodmarketsinfo.com/laminate-flooring-eplf/>)

Stupanj ravnosti mjeri se po HRN EN 13036-7. Stupanj ravnosti mjeri se na licu mjesta, a najveća razlika između ravnog ruba i sportskog poda ne smije biti veća od 2 mm na mjerenoj udaljenosti od 0,3 m i ne smije prelaziti 6 mm na mjernoj udaljenosti od 3 m.

2.5. HRN EN 14904 Ocjena usklađenosti

Usklađenost sportskih podova podređena je zahtjevima europske norme HRN EN 14904 i ona se primjenjuje putem izvođenja pokusa nad proizvodom prije početka nove proizvodnje ili tvorničkom kontrolom kvalitete, eng. Factory production control (FPC). Tvornička kontrola kvalitete sastoji se od kontrole sirovine i ulaznih materijala, procesa kontrole, kalibracije uređaja, testiranja gotovih proizvoda i mogućnosti praćenja proizvoda i njegovog tijeka proizvodnje. Proizvođači koji primjenjuju HRN EN ISO 9001:2000 obavezni su primjenjivati zahtjeve norme i udovoljavati zahtjevima FPC-a.

Na krajnjem proizvodu vidljiva je etiketa koja sadrži broj norme i godinu njezinog usvajanja, proizvođačevu ili dobavljačevu identifikaciju te ime proizvoda i serijski broj. (Minnée, 2012)



Slika 17: Etiketa koja označava proizvod izrađen po europskoj normi

(https://ec.europa.eu/growth/single-market/ce-marking_hr)

FIBA i ostale svjetske sportske organizacije u svojim pravilnicima mogu postaviti dodatne zahtjeve na normu po svojim potrebama i standardima kvalitete, razlikuju vrhunski oblik sportskog natjecanja od drugih niželigaških natjecanja. FIBA –

ini zahtjevi za sportske podove uglavnom se odnose na HRN EN 14904 ali se ipak razlikuju. FIFA kroz futsal (dvoranski nogomet) isto tako ima pravila koja se referiraju na normu HRN EN 14904 ali su preoblikovana vrsti natjecanja.

Tablica 4: Usporedba HRN EN 14904 i FIBA – inih zahtjeva (FIBA, 2014)

Vrsta sportskog poda	Tehnički zahtjev	Norma	Vrijednosti	
			HRN EN 14904	FIBA
Fiksni sustavi sportskih podova	Prigušenje udara	HRN EN 14808	25 – 75 %	≥50 %
	Vertikalna deformacija	HRN EN 14809	≤5 mm	≥2,3 mm ≤5 mm
	Vertikalni odraz lopte	HRN EN 12235	≥90 %	≥93 %
	Klizavost	HRN EN 13036-4	≥80 ≤110	≥80 ≤110
Montažni sustavi sportskih podova	Prigušenje udara	HRN EN 14808	25 – 75 %	≥40 %
	Vertikalna deformacija	HRN EN 14809	≤5 mm	≥1,5 mm ≤3,5 mm
	Vertikalni odraz lopte	HRN EN 12235	≥90 %	≥90 %
	Klizavost	HRN EN 13036-4	≥80 ≤110	≥80 ≤110
Fiksni sustavi sportskih podova sa sintetičkim oblogama	Prigušenje udara	HRN EN 14808	25 – 75 %	min. 25 %
	Vertikalna deformacija	HRN EN 14809	≤5 mm	max. 3,5 mm
	Vertikalni odraz lopte	HRN EN 12235	≥90 %	min. 90 %
	Klizavost	HRN EN 13036-4	≥80 ≤110	min. 80 max. 110

Tablica 5: Usporedba HRN EN 14904 i FIFA – inih zahtjeva
<https://resources.fifa.com/image/upload/futsal-test-manual-rev-tis-4.pdf?cloudid=ehbong3zuddh3czzmyv5>)

Vrsta sportskog poda	Tehnički zahtjev	Norma	Vrijednosti	
			HRN EN 14904	FIFA-futsal
Točkasto-elastični sportski podovi	Prigušenje udara	HRN EN 14808	25 – 75 %	$\geq 18.0\% \leq 75.0\%$
	Vertikalna deformacija	HRN EN 14809	≤ 5 mm	≤ 6.0 mm
	Klizavost	HRN EN 13036-4	≥ 80 ≤ 110	80 - 115
Područno-elastični sportskih podova	Prigušenje udara	HRN EN 14808	25 – 75 %	$\geq 40.0 \% \leq 75.0 \%$
	Vertikalna deformacija	HRN EN 14809	≤ 5 mm	≥ 3.0 mm, ≤ 10.0 mm
	Klizavost	HRN EN 13036-4	≥ 80 ≤ 110	80 - 115
Kombinirano-elastični sportski podovi	Prigušenje udara	HRN EN 14808	25 – 75 %	$\geq 40.0\% \leq 75.0\%$
	Vertikalna deformacija	HRN EN 14809	≤ 5 mm	≥ 3.0 mm, ≤ 10.0 mm
	Klizavost	HRN EN 13036-4	≥ 80 ≤ 110	80 - 115

2.6. DIN 18032–2:2001

DIN 18032–2:2001. godine je zadnja verzija norme koja je započela prvo izdanje 1965.godine. Razvojem tehnologije i opreme za ispitivanje sportskih podova i prilikom osnivanja Europske unije te globalizacije tržišta došlo je do potrebe je za jedinstvenom europskom normom te je iz DIN 18032 nastala EN 14904 koja ima sve osnove DIN 18032 norme samo su neka ispitivanja postožena. **Plošna deformacija ili mulda** je svojstvo koje nije obavezno po HRN EN 14904, u nekim zemljama se ne primjenjuje (Vel. Britanija, Francuska, SAD) ili se dozvoljavaju veće vrijednosti (Norveška, Austrija). Mjeri se na udaljenosti od 500 mm od točke vertikalnog udara (padajućeg utega od 20 kg). Ugib na udaljenosti od 500 mm od mjesta udara prema DIN 18302-2 smije iznositi max 15% vrijednosti ugiba na mjestu udara, za FIBA podove 20 %.

Tablica 6: Usporedba propisanih vrijednosti HRN EN 14904 i DIN 18032
(http://asetservices.com/wp-content/uploads/2013/05/din-002_newdin.pdf)

Vrsta ispitivanja	Propisane vrijednosti	
	HRN EN 14904	DIN 18032
Vertikalna deformacija	≤5 mm	>2,3 mm
Prigušenje udarca	25 – 75 %	>53 %
Vertikalni odraz lopte	≥90 %	>90 %
Svojstvo proklizavanja	≥80 USRV	≥0,4 m*
	≤110 USRV	≤0,6 m*
Otpornost na udublјivanje	≤ 0,5 mm	<15% ili <0,35 mm

*- Karakterizira sposobnost površine sportskog poda da dopušta zakretni pokret sportaša dok istovremeno sprečava nekontrolirano klizanje. Zahtijevana dužina klizanja.

3. Različite izvedbe drvenih sportskih podova

„Sportski pod predstavlja specijalnu (drvenu) podnu konstrukciju čija funkcija osigurava zdravo, sigurno, udobno i učinkovito bavljenje sportskim aktivnostima. Sportski podovi su uglavnom plošno elastični (podatni ali tvrdi, koji se deformiraju kao membrana na velikoj plohi), a takvi su podovi dobri npr. za košarku, rukomet i nogomet, rolanje, za stolni tenis i za ples. Stoga se u oko 70 % svih dvorana (naročito školskih) ugrađuju plošno – elastični podovi jer udovoljavaju najvećem broju sportova loptom, podobni su za kulturne i privredne javne priredbe, a mogu podnijeti i namještaj ili mobilne tribine” (Turkulin, 2015).

Konstrukcije sportskih dvorana možemo podijeliti u dvije skupine: fiksne i montažne sportske podove te takva podjela najviše ovisi o samom tipu sportske dvorane. U sportskim dvoranama koje se koriste isključivo za jednu namjenu u kojima nema potrebe za preinakom dvorane i mijenjanjem tipa sportskog poda koriste se fiksni sustavi.

Pored osnovne podjele, drvene sportske podove možemo podijeliti u četiri podskupine:

1. Fiksni plošno-elastični drveni podni sustavi
2. Fiksni točkasto elastični drveni podni sustavi
3. Slobodno postavljeni drveni podni sustavi
4. Montažni sustavi

Glavni problem konstrukcijskog sklopa poda je elastičnost, pod tim se podrazumijeva osobina da po prestanku djelovanja vanjskih sila koju izazivaju sportaši pod se vrati u prvobitni položaj prije djelovanja sportaša. Pod elastičnim podom smatra se podloga koja po povratku u prvobitni položaj nevidljivo i za sportaše neosjetljivo podrhtava odnosno prigušeno vibrira. Veliki dio rasterećenja zglobova ovisi o konstrukciji poda, dakle o njegovoj elastičnosti i sposobnosti odraza.

Sve vrste izvedba sportskih podova postavljaju se na betonsku podlogu koja je vrlo važan dio svake podne konstrukcije. Na gotovu betonsku podlogu postavlja se vodonepropusna membrana. Prvenstveno se postavlja na betonsku podlogu, ali ukoliko sportski pod dodiruje zidove dvorane, ona mora ići i na zidove kako bi se osigurala maksimalna zaštita drvenih dijelova sportskog poda od kondenzata koji može nastati zbog različitih toplinskih kapaciteta drva i betona. Najčešće donja ploha elastičnoga sloja, tj. način polaganja ili vezivanja elastičnog dijela konstrukcije na tvrdi podlogu. Veza poda s podlogom mora omogućiti siguran i potpun prijenos impulsa na tvrdi podlogu, ne smije biti pomična ili promjenjive čvrstoće u vijeku uporabe, a trebala bi biti i odvojiva da se omoguće zamjena ili popravak dijela poda, sanacijski radovi i čišćenje. Mora biti vodonepropusna, te je dobar pokazatelj izolacije topline i udarnoga zvuka.

„Tehnička svojstva zahtijevaju odličnu stabilnost dimenzija i oblika, naročito pri oscilacijama vlažnosti zraka i u uvjetima čestog pranja površine. Svaki proizvođač sportskih podova za svoje proizvode propisuje radne uvjete u kojima bi sportski pod trebao biti tijekom svojeg radnog vijeka. Kod radnih uvjeta najvažnija je kontrola relativne vlage zraka. Klasični parket je nepovoljniji od uslojenih podnih ploča i umjetne obloge već i time što ostavlja velik broj reški, a jedan od osnovnih zahtjeva jest da se obloga polaže sa što manje spojeva i reški. Gotove parketne ploče imaju veliku prednost da su ukočene (smanjeno bubrenje i utezanje), dimenzionalno stabilne, kvalitetno lakirane u tvornici, i imaju veću jediničnu površinu od klasičnog parketa. Ekonomski zahtjevi nalažu veliku trajnost i dobar omjer cijene i podobnosti, te mogućnost višestrukog obnavljanja. U ovom pogledu su drvene podloge mnogo bolje od umjetnih, a klasični parket je ekološki prihvatljiviji od ostalih i osigurava višestruko prebrušavanje i opetovano lakiranje“ Turkulin, Usporedba sportskih podova HARO BERLIN i „Zagrebački roštilj“).

Proizlazi da su za mnoštvo primjena najpogodniji plošno-elastični podovi, i to oni koji se izvode s prethodno gotovim parketnim daskama kao završnim gaznim slojem, ili s tankim, točkasto-elastičnim gaznim slojem od sintetike. Svaka dvorana ima drukčiju namjenu, pa samim time zahtjeva i drukčiji izbor izvedbe sportskog poda.

3.1. Fiksni plošno-elastični drveni podni sustavi

Fiksni plošno-elastični drveni podni sustavi kombiniraju svojstva stabilnosti podova učvršćenih za beton i elastičnosti slobodno postavljenih sustava. Ogroman je izbor različitih izvedbi konstrukcija koje se primjenjuju ovisno o vrsti sporta, razini profesionalnosti igrača i trenera, veličini sportske dvorane, kao i o samoj primjeni sportske dvorane, tj. koristi li se ona samo za profesionalni sport ili i za potrebe koncerata ili konferencija.

Konstrukciju fiksnog plošno-elastičnog sportskog poda osim vodonepropusne brane najčešće čine podlošci za amortizaciju, premosnice, slijepi pod, parket, usadi za sportsku opremu te razna konstrukcijska rješenja koja učvršćuju pod za betonsku podlogu.

Fiksni plošno-elastični sportski pod omogućuje pravilan raspored sila pri udarcu i pokušava amortizirati i prigušiti što je moguće više opterećenje. Konstrukcijom omogućava bolju elastičnost s ciljem manjeg opterećenja na zglobove i mišiće sportaša i korisnika dvorane.

Tablica 7: Konstrukcijske karakteristike fiksnih elastičnih sportskih podova

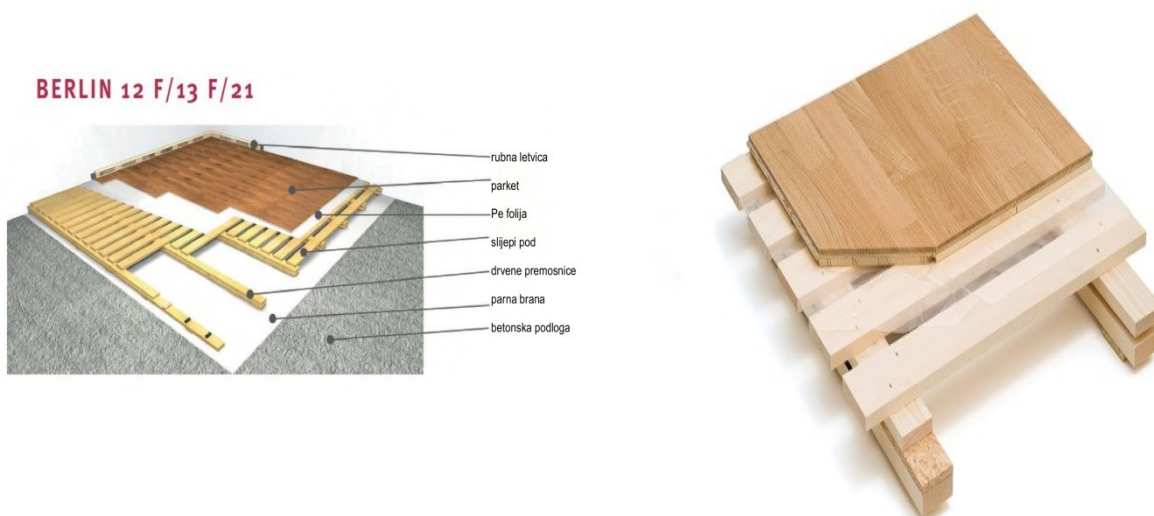
Primjer konstrukcije (proizvođač)	Podlošci za amortizaciju	Premosnice	Slijepi pod	Gazni sloj
Stockholm 10F (Haro sports)	Nema	Drevene premosnice 4000 x 96 x 37 mm	od dasaka jelovine 4000 x 96 x 17 mm, suhih i četverostrano blanjanih, polietilenska folija 0,05	Višeslojni parket od hrastovine 2200x180 mm, debljine 12,6 mm
Berlin 12F (Haro sports)	Gumeni podlošci	Drevene premosnice	Dasaka jelovine 4000 x 80 x 15 mm, suhih i četverostrano blanjanih, polietilenska folija 0,03 mm	Gotovi troslojni parket, dimenzija 2200x180 mm, debljine 17,9 mm, debljine gaznog sloja masivnog hrastovog furnira 5,7 mm. Srednji sloj predstavlja smrekova šperploča 4,5 mm
Proflex M (Tarkett)	Gumeni podlošci	Unakrsno složene furnirske premosnice	Nema	Višeslojni parket od bukovine i hrastovine 2520x194 mm, debljine 22 mm
Reflex M Evolution (Tarkett)	Poliuretanska elastična spužva	premosnice od uslojene furnirske građe 2440 x 60 x 34mm	Nema	Višeslojni parket od bukovine i hrastovine 2520x194 mm, debljine 22 mm
Alliance (Connor sports)	Gumeni podlošci	premosnice od uslojene furnirske građe	Furnirske ploče posložene okomito na furnirske premosnice	Višeslojni parket od javorovine

Tablica 8: Konstruktivske karakteristike fiksnih elastičnih sportskih podova

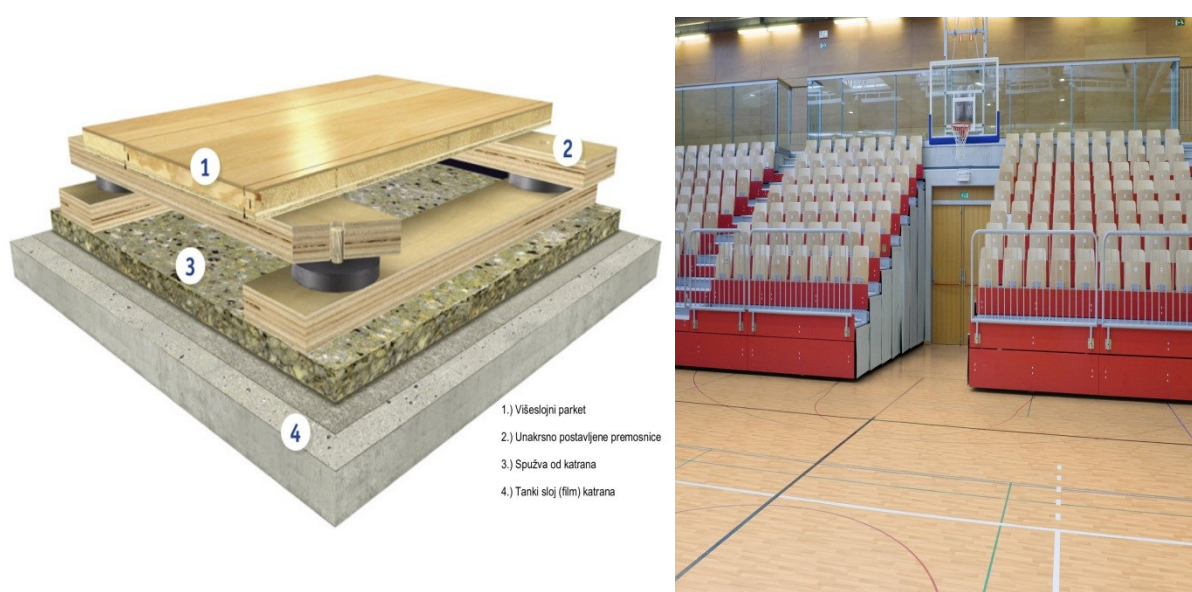
Primjer konstrukcije (proizvođač)	Spoj konstrukcije i gaznog sloja	Spoj konstrukcije i slijepog poda	Spoj konstrukcije i betona	Završna obrada
Stockholm 10F (Haro sports)	Veza "pero-utor", te se pneumatski zakivaju kroz "pero" za daske slijepog poda.	Spajalice ili čavli	Čelični vijci	Permadur lak s igračim linijama
Berlin 12F (Haro sports)	50 mm dugim čeličnim spajalicama ili čavlima	Zabijanjem T-spajalicama poprečno na elastične gredice	2 cm dugački vijci	Permadur lak s igračim linijama
Proflex M (Tarkett)	50 mm dugim čeličnim spajalicama ili čavlima, ljepilo		Čelični vijci	Visoko otporni sportski lak za završno lakiranje
Reflex M Evolution (Tarkett)	40 mm dugim čeličnim spajalicama ili čavlima, ljepilo		Čelični vijci	Visoko otporni sportski lak za završno lakiranje
Alliance (Connor sports)	50 mm dugim čeličnim spajalicama ili vijcima	25 mm dugim čeličnim spajalicama ili vijcima	Čelični vijci protiv škripanja	MFMA odobreni lak



Slika 18 i 19: Stockholm 10F sustav fiksnog plošno- elastičnog sportskog poda
(<http://sportski-podovi.com/sportski-podovi-ponuda/cijena/stockholm-10>)



Slika 20 i 21: Berlin 12F sustav fiksnog plošno- elastičnog sportskog poda
(<http://www.haro-sports.com/>)



Slika 22 i 23: Profilex M sustav fiksnog plošno- elastičnog sportskog poda
https://www.tarkettsee.com/en_RS/collection-C000185-profilex-m



Slika 24 i 25: Reflex M Evolution sustav fiksnog plošno- elastičnog sportskog poda
<http://www.robinsfloor.com/>



Slika 26 i 27: Alliance sustav fiksno- elastičnog sportskog poda
(<http://connorsports.squarehook.com/hardwood#portablesystems>)

3.2. Fiksni točkasto-elastični drveni podni sustavi

Fiksni točkasto-elastični drveni podni sustavi mehanički su vezani za betonsku podlogu čime osiguravaju stabilnost podne konstrukcije. Zbog toga pružaju izuzetno dobru otpornost i povezanost cijelog sustava, ali minimalnu elastičnost.

Konstrukciju fiksnog sportskog poda osim vodonepropusne brane najčešće čine samo gazni sloj i razne spojeve koje učvršćuju pod za betonsku podlogu.

Zbog povezanosti sa betonskom podlogom imaju veći utjecaj na ligamente i zglobove, te mišiće sportaša nego plošno-elastični sportski podovi.

Tablica 9: Konstrukcijske karakteristike fiksnih točkasto-elastičnih sportskih podova

Primjer konstrukcije (proizvođač)	Podlošci za amortizaciju	Premosnice	Slijepi pod	Gazni sloj
Powerstrip (Connor sports)	Poliuretanski podlošci	Furnirska ploča ojačana čeličnom konstrukcijom	Nema	Višeslojni parket od javorovine
Athen 15 (Haro sports)	Polietilenski podlošci	Nema	Nema	OSB ploča dimenzija 1250 x 2500 x 9 mm, pokrivena sintetičkom podlogom
Permalock (Connor sports)	Poliuretanski podlošci	Čelična premosnica	Nema	Višeslojni parket od javorovine

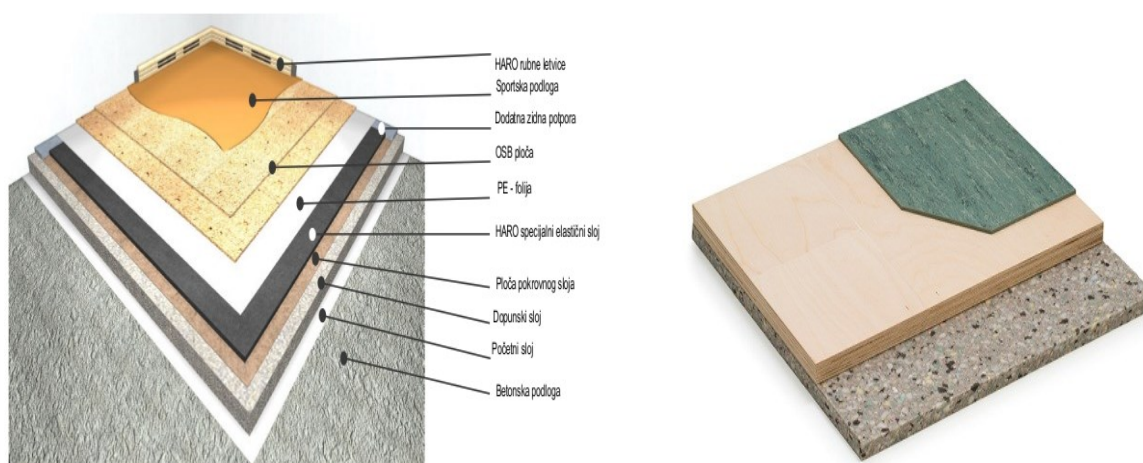
Tablica 10: Konstrukcijske karakteristike fiksnih točkasto-elastičnih sportskih podova

Primjer konstrukcije (proizvođač)	Spoj konstrukcije gaznog sloja	Spoj konstrukcije slijepog poda	Spoj konstrukcije betona	Završna obrada
Powerstrip (Connor sports)	Čeličnim spajalicama ili čavlima	Čelični vijci		MFMA odobreni lak
Athen 15 (Haro sports)	Čeličnim spajalicama, ljepilo	Čelični vijci		Visoko otporni sportski lak za završno lakiranje
Permalock (Connor sports)	Čeličnim spajalicama	Čelični vijci		Poliuretanski lak (MFMA)

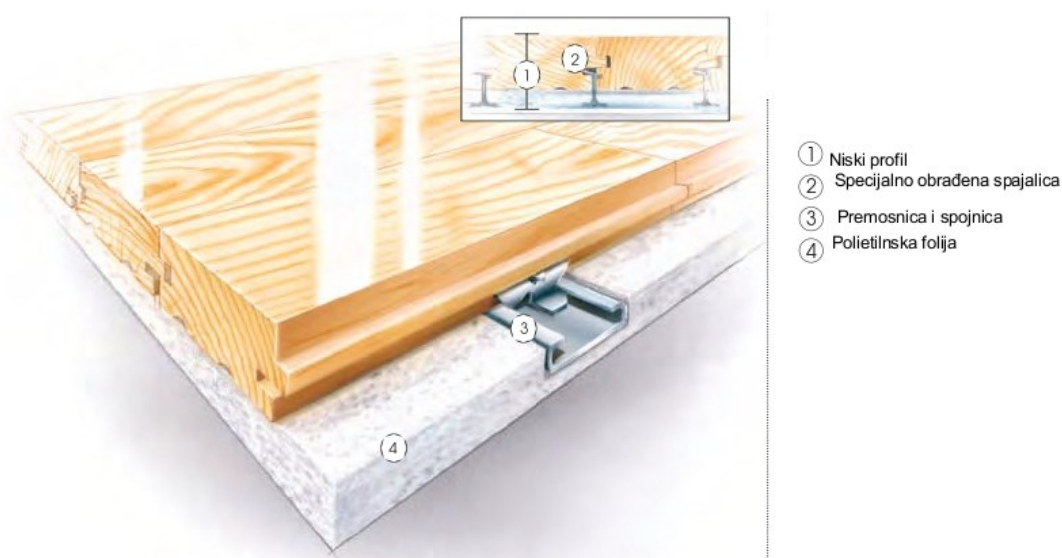


Slika 28: Powerstrip sustav fiksnog točkasto-elastičnog sportskog poda

(<http://connorsports.squarehook.com/hardwood#fixedsystems>)



Slika 29 i 30: Athen 15 sustav fiksnog točkasto-elastičnog sportskog poda
(<https://www.haro.com/de/sports/produkte/sportbelag/athen-15.php#gref>)



Slika 31: Permalock sustav fiksnog točkasto-elastičnog sportskog poda
(<http://connorsports.squarehook.com/hardwood#fixedsystems>)

3.3. Slobodno postavljeni drveni podni sustavi

Slobodno postavljeni drveni podni sustavi pružaju mnoge razine elastičnosti ovisno o konstrukciji i izvedbi sportskog poda, sve to bez povezanosti s betonskom podlogom. Velika prednost ovakvih sustava je velika elastičnost i prigušenje udara, ali takvi sustavi nemaju stabilnost poput fiksnih sustava.

Konstrukciju slobodno postavljenog elastičnog sportskog poda osim vodonepropusne brane najčešće čine podlošci za amortizaciju, premosnice, slijepi pod, gazni sloj te razni spojevi koje učvršćuju pod za betonsku površinu.

Velika elastičnost reflektira se na manju opterećenost sportaša i sportskih ozljeda, ali zbog nepovezanosti s betonskom podlogom upitna je stabilnost i kompaktnost samog sustava.

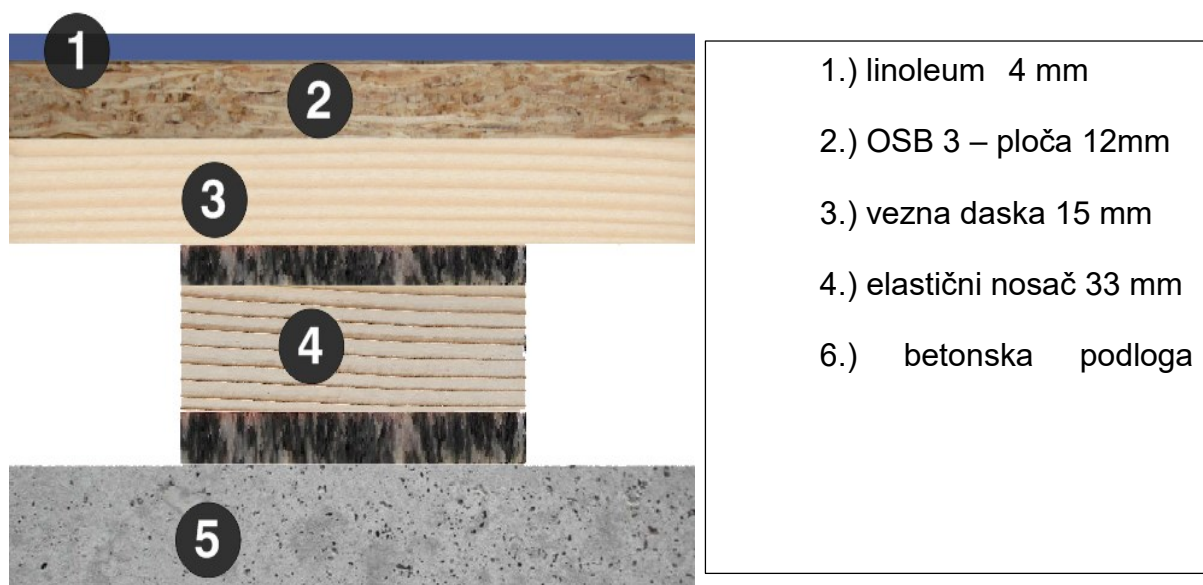
Tablica 11 : Konstrukcijske karakteristike slobodno postavljenih sportskih podova

Primjer konstrukcije (proizvođač)	Podlošci za amortizaciju	Premosnice	Slijepi pod	Gazni sloj
Level standard-G6-Linoleum-19 (Level)	Gumeni podlošci	Unakrsno složene daske od jelovine	OSB 3 ploča	Linoleum
RezillPanel (Connor sports)	Poliuretanski podlošci	Furnirska ploča	Furnirska ploča	Višeslojni parket od javorovine
Level special -G6- FP 11-08 (Level sport)	Gumeni podlošci	Unakrsno složene daske od jelovine	OSB 3 ploča	Dvoslojni parket od hrastovine

Tablica 12 : Konstrukcijske karakteristike slobodno postavljenih sportskih podova

Primjer konstrukcije (proizvođač)	Spoj konstrukcije gaznog sloja	Spoj konstrukcije slijepog poda	Završna obrada
Level standard-G6-Linoleum-19 (Level)	50 mm dugački vijci, ljepilo		Iscrtavanje igračih linija
RezillPanel (Connor sports)	Klinovi ili čavlići	Vijci ili pocinčani čavlići	Poliuretanski lak s igračim linijama
Level special -G6- FP 11-08 (Level sport)	Ljepilo i 50 mm dugački vijci		5 - slojni poliuretanski lak s igračim linijama





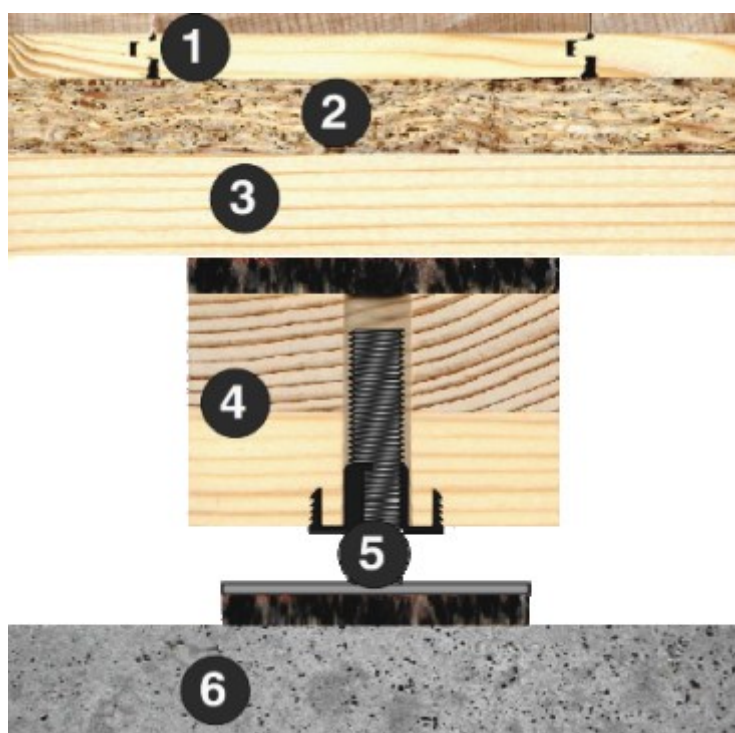
Slika 32,33 i 34: Level standard-G6-Linoleum-19 sustav slobodno postavljenog sportskog poda

(<http://connorsports.squarehook.com/hardwood#floatingsystems>)



Slika 35: RezillPanel sustav slobodno postavljenog sportskog poda

(<http://connorsports.squarehook.com/hardwood#fixedsystems>)



- | | |
|-----------------------------|----------|
| 1. parket - dvoslojni 11 mm | |
| 2. OSB 3 - ploča | 12 mm |
| 3. vezna daska | 17 mm |
| 4. elastični nosač | 44 mm |
| 5. regulacijski vijak | 6 - 70mm |
| 6. betonska podloga | |

Slika 36,37 i 38: Level special -G6- FP 11-08 sustav slobodno postavljenog sportskog poda

(<https://www.sportskipodovi.hr/proizvodi/fp-11-08/>)

3.4. Montažni sustavi

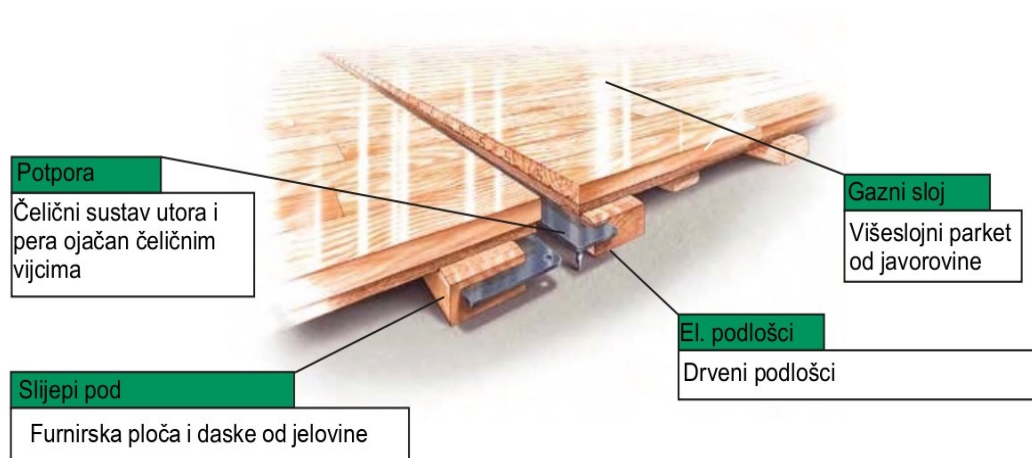
Prijenosni sustavi su ponajprije razvijeni kako bi udovoljavali zahtjevima arena, velikih sportskih dvorana i konferencijskih centara koji zahtijevaju brzu i čestu promjenu tipa sportske površine. Takvi sustavi su dizajnirani da mogu podnijeti česte montaže i demontaže uz veliku stabilnost i elastičnost same površine. Ovakvi sustavi najviše se koriste u SAD-u gdje se u velikim dvoranama poput Staples centra igraju najveće NBA utakmice, a isto tako se dvorane koriste za koncerte i druga događanja. U nas je glavni primjer Ledena dvorana Doma sportova u Zagrebu. Pred montažne sustave postavljen je zahtjev da moraju izdržati 15 godina svakodnevne upotrebe (Connor sports, 2010; prema Nakić 2015).

Tablica 13: Konstrukcijske karakteristike montažnih sustava sportskih podova

Primjer konstrukcije (proizvođač)	Podlošci za amortizaciju	Premosnice	Slijepi pod	Gazni sloj
Quicklock lite (Connor sports)	Drveni podlošci	Jelove letve	Furnirska ploča	Višeslojni parket od javorovine
Rome 20 (Haro sports)	Poliuretanska podloga 2000 x 1270x 15 mm	Nema	Furnirska ploča	Parketni moduli od hrastovine i javorovine 1070 x 2140 x 24,6 mm
EasyCourt (Tarkett)	Spužva velike gustoće	Nema	Spužva velike gustoće	Parketni moduli od javorovine

Tablica 14: Konstrukcijske karakteristike montažnih sustava sportskih podova

Primjer konstrukcije (proizvođač)	Spoj konstrukcije gaznog sloja	Spoj konstrukcije slijepog poda	Spoj ploča	Završna obrada
Quicklock lite (Connor sports)	Ljepilo		Čelični sustav utora i pera ojačan čeličnim vijcima	2 sloja poliuretanskog lak s igračim linijama i plastičnom zaštitom
Rome 20 (Haro sports)	Ljepilo i vijci		Mehanizmom za kopčanje	Permadur lak s igračim linijama, zaštitna emulzija
EasyCourt (Tarkett)	Ljepilo		EasyLock sustav spajanja	Poliuretanski lak s igračim linijama



Slika 39: Quicklock lite sustav montažnog sportskog poda

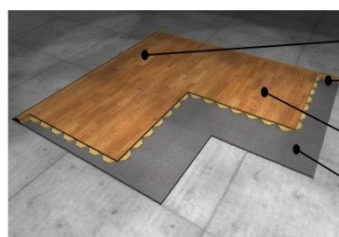
(www.connorsports.com)

HARO Sports Floors

Dominating the game.



ROME 20



HARO montažni paneli od hrastovog ili javorog parketa dimenzija 1070 x 2140 x 24,6mm

Šperploča i rubne letvice

HARO montažni paneli od hrastovog ili javorog manjih dimenzija 1070 x 1070 x 24,6 mm

HARO specijalni elastični sloj dimenzija 2000 x 1500 x 15 mm

Slika 40: Rome 20 sustav montažnog sportskog poda

(<https://www.haro.com/en/sports/products/portable-indoor-systems/portable-floor-rome-20.php#gref>)



Slika 41: EasyCourt sustav montažnog sportskog poda

(<https://www.tarkettsportsindoor.com/products/portable-sports-flooring/easycourt-portable-floor/>)

4. Greške drvenih sportskih podova

Greške drvenih sportskih podova pojavljuju se uglavnom zbog problematike oko vodoupojnosti drva i dimenzijskih promjena koje se događaju kod procesa bubrenja ili utezanja. Sportska igrališta su ogromne površine, a ne smiju imati uklopljene kompenzacijske razdjelne reške koje bi kompenzirale dimenzijske promjene drva slijedom bubrenja i utezanja. No, greške sportskih podova ne moraju uvijek biti vidljive (pukotine, loša kvaliteta parketa, kvaliteta linija, neujednačenost elemenata) na gaznom sloju. Velika većina grešaka koje se javljaju su povezane sa materijalima koji se koriste kod konstruiranja samih podova i njihovih postavljanja. Na različitim podslojevima konstrukcija su korišteni različiti materijali kao naprimjer: u elastičnom sloju (guma, spužva, drveni elementi), u slijepom podu (furnirske ploče, OSB, drveni paneli) i u gaznom sloju (drvo, poliuretan, linoleum, PVC...). Tako ćemo greške drvenih sportskih podova svrstati u dve kategorije:

- 1.) greške koje se pojavljuju u kratkom periodu vremena (pogreške kod postavljanja podova, problemi oko vodoupojnosti drva, mehanička oštećenja)
- 2.) greške koje se pojavljuju u kasnijem periodu pred kraj životnog vijeka podova (degradacija elastičnog sloja)

U prošlim poglavljima sam objasnio potrebne zahtjeve iz norme HRN EN 14904 po kojima se ispituju pojedine drvene sportske podloge. To je zapravo jedini način ako greške nisu vidljive na površini, da se ispita i dokaže problem oko izvedbe elastičnog (razdjelnog) ili nosivog dijela podkonstrukcije sportskog poda. Pod sumnjom da je izvedba drvenog sportskog poda loša i nekvalitetna, kasnije potvrđena provedbom ispitivanja, onda je najučestalije rješenje otvaranje sportskog poda na kritičnim mjestima u konstrukcijama da bi se potvrdili rezultati ispitivanja i time dokazali nepravilnost te izvedbe sportskog poda, te lokalno popravile greške ili oštećenja.

4.1. Greške koje se pojavljuju u kratkom periodu vremena

Greške koje se pojavljuju u kratkom periodu vremena su pogreške kod postavljanja podova, problemi oko vodoupojnosti drva, mehanička oštećenja. Većina učestalih grešaka se pojavljuje kod instalacije ili postavljanja sportskog poda, tj. kod postavljanja podova koji ne slijede tehničke upute ili specifikacije proizvođača samih podova. Neki od slučajeva su izmjena slojeva sa drugačijim materijalima nego što je propisano kod samog proizvođača, dimenzije i udaljenost između spojeva elastičnog ili djelidbenog sloja (slijepi pod) nisu prema normiranim uputama proizvođača, potpora nije fiksirana niti je na pravom mjestu postavljena. Dokazano je i da manja promjena kod izvedbe sportskog poda može biti kobna za korisnike dvorane(sportaše, trenere i navijače). U nekim slučajevima proizvođač sportskog poda nije u dovoljno detalja objasnio postupak instalacije i ugradbe poda. U svakom slučaju treba se pridržavati napisanog u uputama postavljanja sportskih podova.

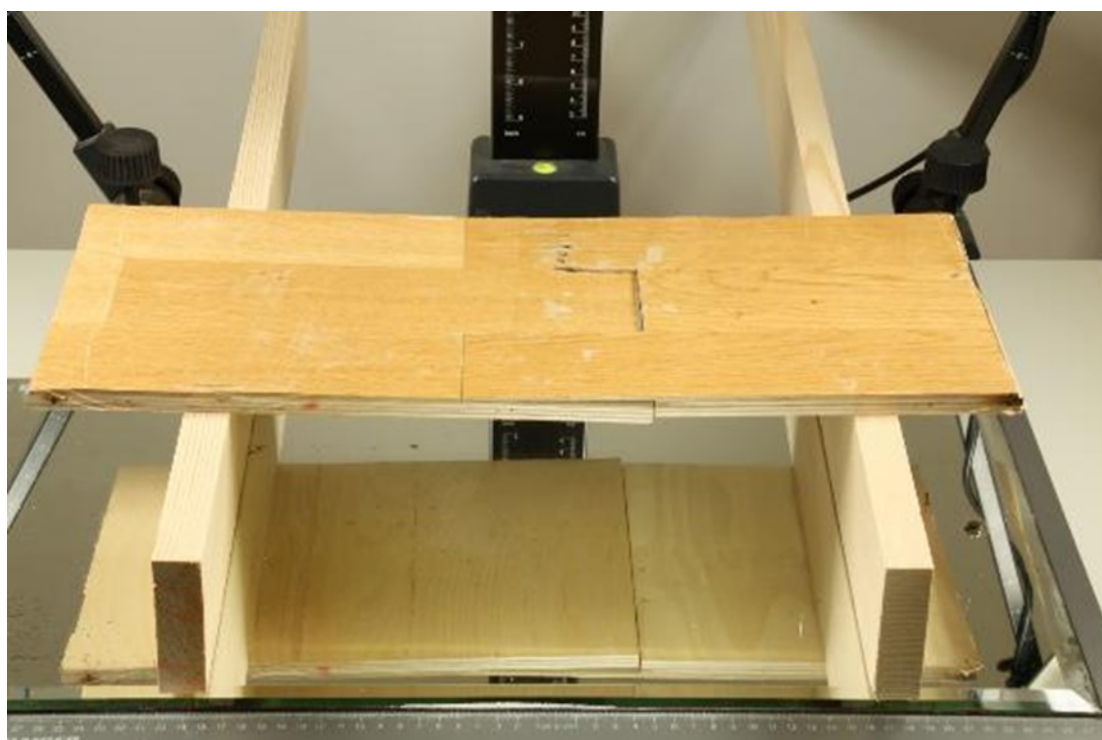


Slika 42 i 43: Greške postavljanja sportskog poda

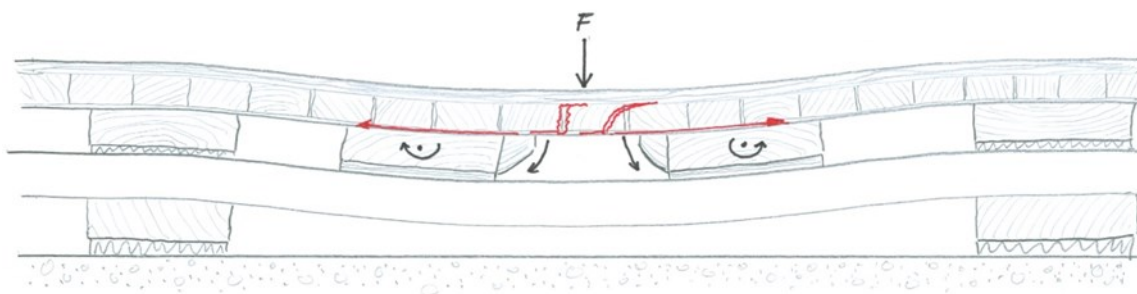
(Srpčić, 2020)



Slika 44: Na površini poda se pokazuje odignuće gazne platice s prevelikim nadvisom, odnosno poprečni lomovi platice



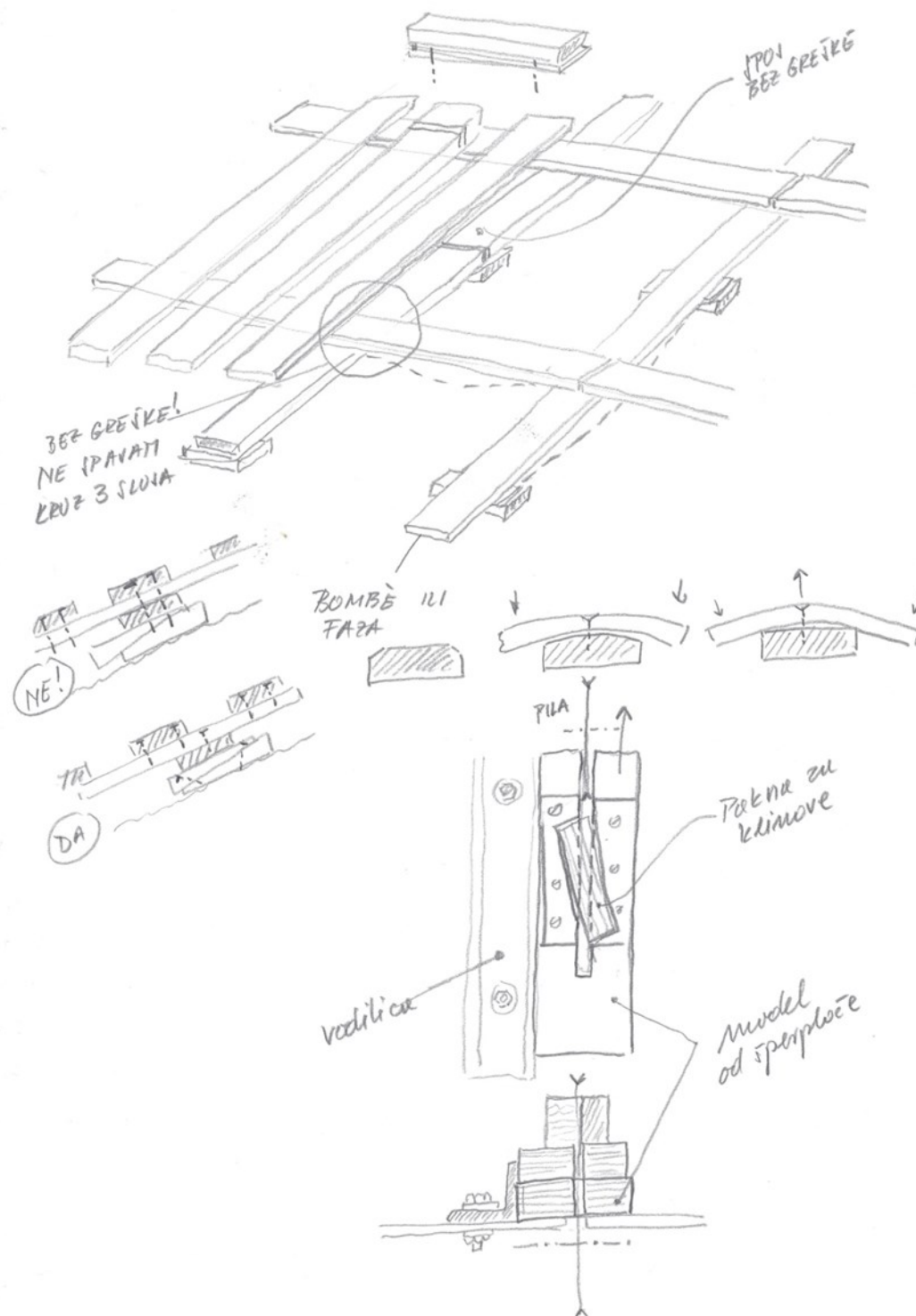
Slika 45: Analizom se pokaže da je primijenjen neodgovarajući parket, sa spojevima u nosivoj furnirskoj ploči. Ukoliko se spoj nalazi na sredini raspona među letvama slijepoga poda, preveliko lokalno ugibanje dovede do pucanja gornjih platice



Slika 46: Skica naprezanja i tzv. "roll shear" lom u troslojnom parketu na mjestu velikog ugibanja (sredina raspona nosivih gredica). Trebalo je uporabiti parket s jednostrukim slojem furnirske ploče kao nosivim slojem

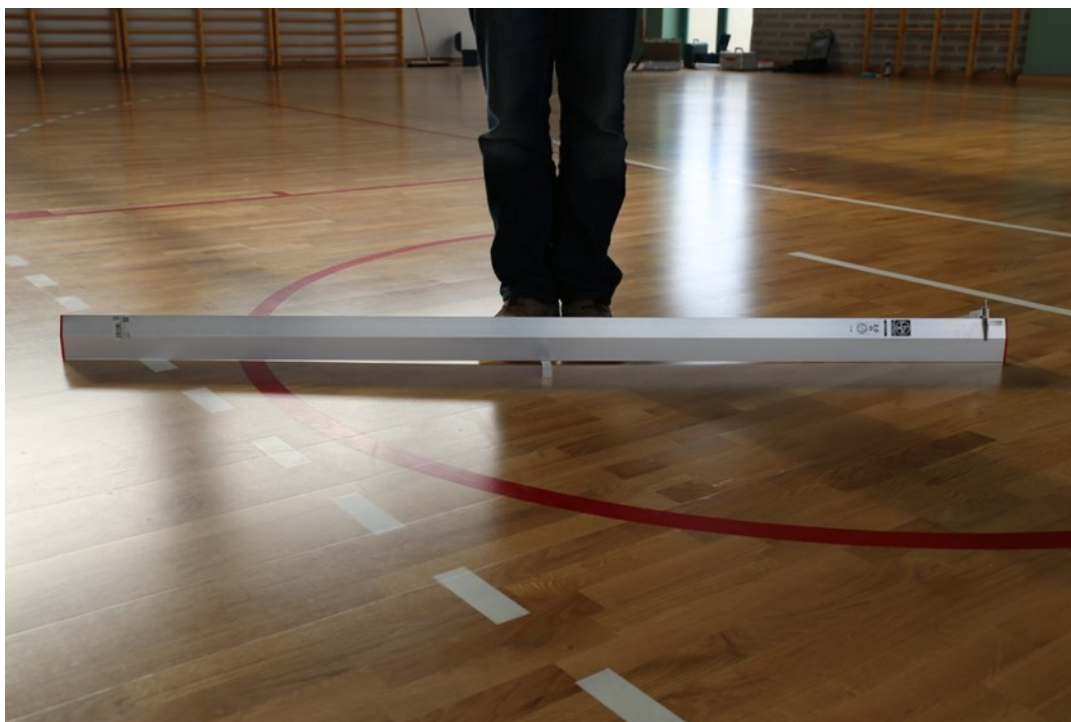


Slika 47 i 48: Greška neodgovarajuće zamjene podložnih pločica 14 cm visokim stupićima radi kompenzacije visine poda u zgradi. Bočno gibanje stupića uslijed savijanja podne obloge prouzroči njegovo pucanje. Nadalje, vezanje slijepoga poda kroz obje letve rastera ukružuje sustav, pa moment sile na polovini raspona oko hvatišta – brida stupića – dovodi do izvijanja čela prema gore i izvlačenja čavala iz čelnog presjeka drva (desna slika)



Slika 49: Skica problema koji nastaje kada letve nosivog poda nisu zaobljene ili skošenih bridova: savijanje elastičnih dasaka slijepog poda dovodi do izvlačenja

čavala. Nadalje, konstrukcija se ne smije kruto vezati na spojevima vijcima koji prolaze kroz sve spojeve, nego se svaki sloj konstrukcije odvojeno pričvršćuje o njemu podložni sloj, Shema izrade klinova na licu mjesta



Slika 50 i 51: Preveliki ugib na mjestu statičkog opterećenja nastupa odrasle osobe uslijed neodgovarajućeg (šireg od projektiranog) rasporeda elemenata

podkonstrukcije poda. Mjerenje mjernom letvom i klinom pokazuje lokalni ugib od 5 mm



Slika 52: Ugradnja nesteriliziranog drva (umjetnim sušenjem) i zaraza kukcima razaračima drva dovodi do razjedanja podkonstrukcije i lokalnog propadanja

Sljedeća grupa grešaka se odnosi na problematiku oko vlage i higroskopskih svojstava drvenih ugradbenih materijala. Ovisno o veličini sportske podloge dimenzijske promjene u ugradbenim materijalima mogu biti i do 10 cm ili više od toga, iako se sadržaj vode promijenio za samo 3-4%. Većina parketa je izrađeno od drva listača s dvostruko većom vrijednošću utezanja nego drva četinjače. Postoje dvije ekstremne situacije kod sadržaja vode:

- parket sa malim sadržajem vode ($> 6\%$) koji je postavljen (zbog prirode parketa, on upija vodu od drugih nedovoljno osušenih materijala kao što su beton, vijci i spojnice...), najčešće zbog roka postavljanja poda, dolazi do podizanja poda,
- parket je izložen uvjetima okoline u koju se postavlja prije postavljanja, u periodu grijanja (pogotovo kod podnog grijanja) parket se isuši i dolazi do pojave pukotina između lamela parketa sa pojačanim rupama na ulazu u dvoranu i rubnim dijelovima.

Sa specifičnim sportskim podovima važno je ukloniti klinove kada je gazni sloj postavljen zbog dimenzijskih promjena. Kada je udaljenost između zida i poda premalena, drveni sportski pod se ne može proširiti uslijed bubrenja i upijanja vode.



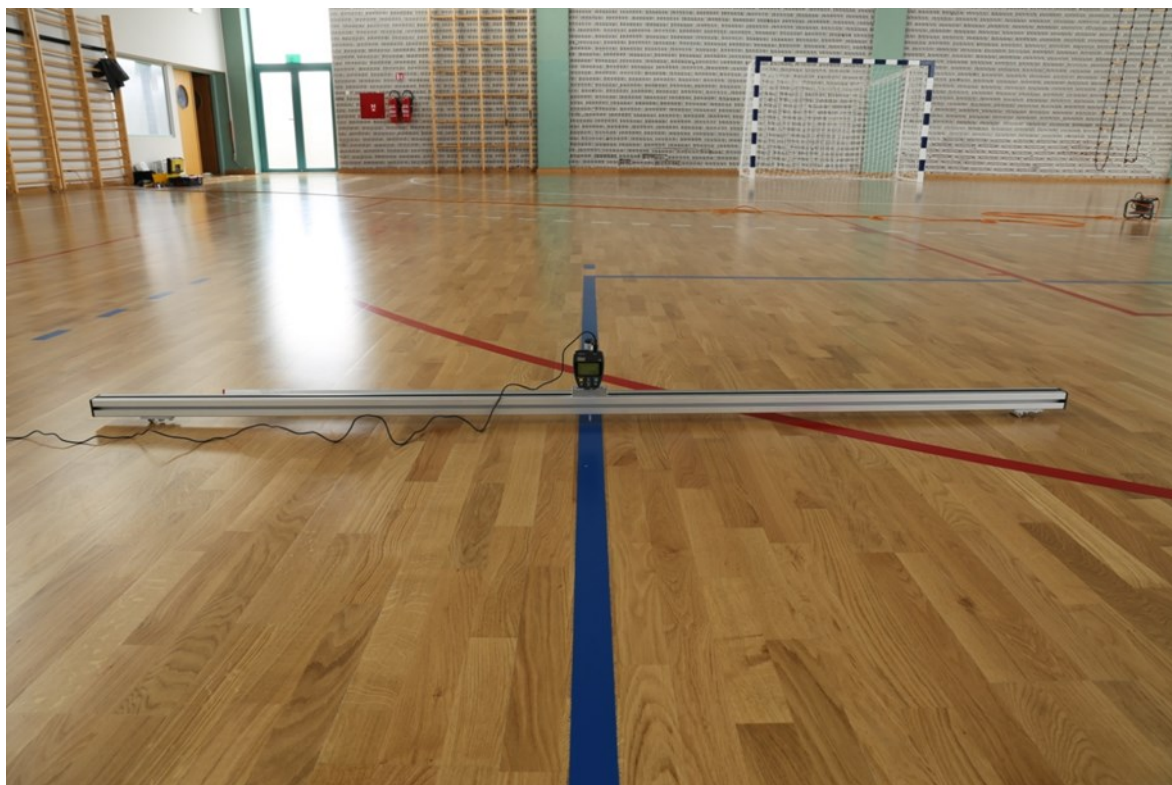
Slika 53: Uzdignutost bridova parketa sa povećanim sadržajem vode

(Srpčić, 2020)



Slika 54 i 55: Greške kod isušivanja parketa i pojave pukotina na rubovima

(Srpčić, 2020)



Slika 56: Mjerenje valovitosti poda uslijed bubrenja parketne obloge. Posljedično dimenzijsko širenje usporedno složene parketne obloge dovodi do odizanja cijele podkonstrukcije i lokalnih prevelikih deformacija odnosno prevelike podatnosti pri doskoku



Slika 57: Ljuštenje slojeva laka uslijed nekompatibilnosti materijala za površinsku obradu i materijala za iscrtavanje linija. Predugo stajanje laka za površinsku obradu između pojedinih nanosa, odnosno nanošenje bez međubrušenja, također može doprinijeti do slabe adhezije i ljuštenja slojeva

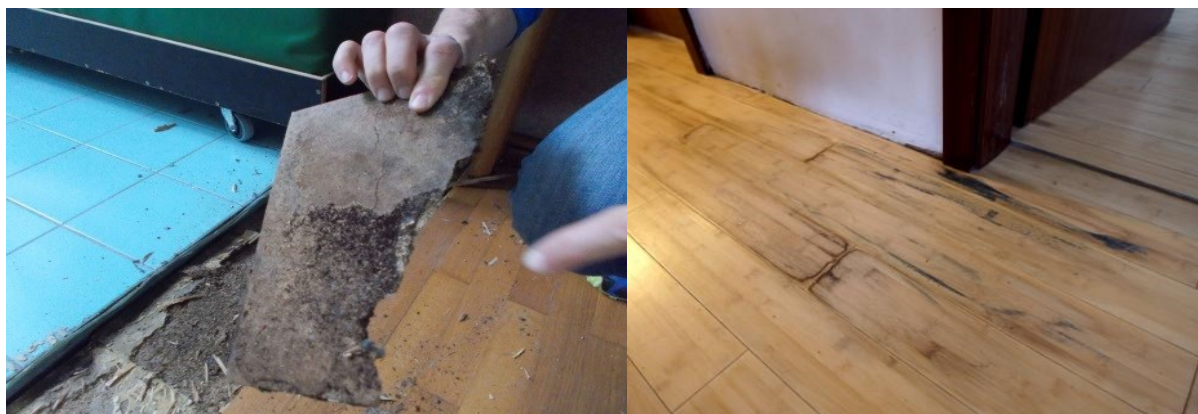
4.2. Greške koje se pojavljuju u kasnijem periodu pred kraj životnog vijeka

Kroz neki određeni period, ne u svakom slučaju, kod podova se pojavljuju mehanička oštećenja od korištenja i mogu se pojaviti i bilo kojem sloju sportskog poda. Greške koje su vidljive na gaznom sloju se u većini slučajeva događa zbog loše povezanosti između parketnih elemenata i longitudinalnih poveznika. Relativno rijetko se pojavljuje kada u razdjelnom sloju između poveznika elastičnog sloja i drvenih elemenata dolazi do nepravilno složene mreže poda. Mjesta spajanja na mjestima gdje nisu dobro složena i povezana su sklona pucanju pod kontinuiranim opterećenjima i dolazi do pucanja na gaznom sloju odnosno parketu. Ugradnja dodatnih drvenih potpora na mjesto pucanja dugoročno nije dobro rješenje, s obzirom da ovo može imati posljedice na mehanička svojstva sportskog poda. Nepravilno korištenje prostora sportskog poda i prva izloženost velikoj količini vlage zahtjeva trenutno djelovanje, inače u suprotnom može doći do trajnih posljedica.



Slika 58,59 i 60: Greške uzrokovane kontinuiranim opterećenjem na mjestima oštećenja

(Srpčić, 2020)



Slika 61 i 62: Greške uzrokovane velikom izloženosti vlazi

(Srpčić, 2020)

5. ZAKLJUČAK

Drveni sportski podovi su kompleksne konstrukcije i zahtjevaju određeno znanje o drvnim materijalima i načinima spajanja tih materijala sa drugim materijalima. Sportski podovi su izloženi dinamičkim i velikim statičkim opterećenjima zbog raznolikosti primjene poda, kao što su sportske utakmice ili uporaba pozornica za razne priredbe i koncerte. Zato su izvedbe drvenih sportskih podova norminizirane i prilagođene potrebama korisnika dvorana. Norma DIN 18032 bila je prva standardizirana i prihvaćena norma, koja je ostala i danas na snazi i koristi se u ponekim državama. Norma HRN EN 14904 je nadomijestila DIN 18032 te je službena norma današnjice u EU i nju koriste većina zemalja.

U ovom radu su obrađeni različiti sustavi ugradbe drvenih sportskih podova kao i različiti oblici izvedbi sportskih podova. Svaki sloj ima velik broj izvedbi i načina spajanja i postavljanja. Veliki broj grešaka se događa upravo iz razloga nepravilnog postavljanja sportskog poda i izloženosti povećanom sadržaju vode pojedinih elemenata. Greške znatno utječu na elastičnost kao najvažnije svojstvo funkcionalnog drvenog sportskog poda. Velika elastičnost je bitna kod podova zbog smanjenja udarca i opterećenja na ligamente, zglobove i mišiće sportaša i korisnika dvorane. Za kvalitetan proizvod bitna je sigurnost kupca i svih korisnika sportskog poda. Slobodno postavljeni sportski podovi imaju najveću elastičnost među navedenih skupina, ali zato nisu stabilni kao fiksni plošno-elastični drveni sportski podovi.

Svaka izvedba sportskog poda je drugačija na svoj način. Pri izboru sportskog poda treba dobro poznavati zahtjeve proizvođača, potrebe sportaša i namjenu sportskog poda, te mogućnost pojave grešaka i rješavanja tih grešaka na vrijeme. Sve to u svrhu postavljanja kvalitetnijeg i sigurnijeg drvenog sportskog poda na zadovoljstvo korisnika i proizvođača.

LITERATURA

1. Demker, I; Determination of mechanical properties of floor coverings, SP Technical Research Institute of Sweden, Boras, 2009
(<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:962490/FULLTEXT01.pdf>)
(18.05.2020.)
2. DIN 18032-2: 2001 – Dvorane za vježbanje, igre i višenamjensku uporabu – 2. dio: sportski podovi; zahtjevi; ispitivanja
3. FIBA Central Board, 2014: Official basketball rules 2014 Basketball equipment, Barcelona, 2014, 16-18
4. Tomašević, J. 1997: Drvo u podnim konstrukcijama i načela ugradnje, Zagreb, 46-76
5. EN 14904:2006:E; Površine sportskih terena – Specifikacija za površine u zatvorenom prostoru za multisportsku uporabu
6. Pazlar, T.; Srpčić, J., 2019: Surfaces for Sports Areas – Characteristics, Requirements and Defects. Zbornik radova „Implementation of wood science in woodworking sector“, 30th International Conference on Wood Science and Technology, Zagreb, str. 153-161
7. Srpčić, J. 2020: Sportski podovi prezentacija Surfaces for Sports Areas – Characteristics, Requirements and Defects. Konferencija „Implementation of wood science in woodworking sector“, 30th International Conference on Wood Science and Technology, Zagreb,
8. Turkulin, H., 2015: Oglad o sportskim podovima s komentarom proizvođača LEVEL. Zavod za istraživanja u drvenoj industriji. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.

-
9. Turkulin, H., Usporedba sportskih podova HARO BERLIN i Zagrebački roštilj. Zavod za istraživanja u drvenoj industriji. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.
 10. Minee, P., EN 14904 Pulastic sports Surfaces
(<http://biblus.accasoftware.com/en/wp-content/uploads/sites/2/2019/03/EN-14904.pdf>) (12.04.2020.)
 11. Tarkett Sommer sports systems, 25. i 26.11.2002.: GB – Indoor Offer Concept
 12. Srpčić, J. : Športske podovi – značajke i nedostaci; 30.12.2008. Korak, str 28 – 30 (<https://korak.com.hr/korak-024-prosinac-2008-sportski-podovi-znacajke-i-nedostaci/>) (27.05.2020.)
 13. Srpčić, J.; 26.09.2007. : Novi europski standard za športske podove dvorana; Korak, str 12 – 15