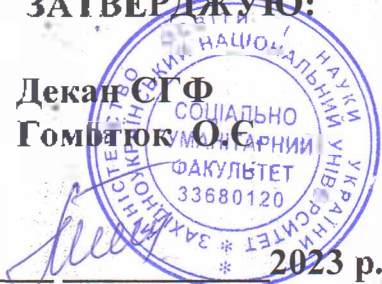


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
СОЦІАЛЬНО-ГУМАНІТАРНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Декан СГФ
Гомбтук О.Є.



2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. проректора з науково-педагогічної роботи
Островерхов В.М.



2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Навчально-наукового інституту
новітніх освітніх
технологій



2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

З ДИСЦИПЛІНИ « Спортивні споруди »

Ступінь вищої освіти – перший (бакалаврський)
Галузь знань – 01 « Освіта/Педагогіка »
Спеціальність - 017 « Фізична культура і спорт »
Освітньо – професійна програма « Фізична культура і спорт »

Кафедра фізичної реабілітації і спорту

Форма Навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Практ. (семіп.) (год.)	ІРС (год.)	Тренінг, КПЗ (год.)	Самост. робота студ. (год.)	Разом (год.)	Екз. (сем.)
Денна	3	5	28	28	3	8	83	150	5
Заочна	3	5	8	4	-	-	138	150	6

31.08.2023
[Signature]

Тернопіль – ЗУНУ
2023

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалавра галузі знань 01 Освіта/Педагогіка спеціальності 017 «Фізична культура і спорт», затвердженої Вченою радою ЗУНУ, протокол №9 (від 26.05.2021 р.)

Робочу програму склав: старший викладач кафедри фізичної реабілітації і спорту Яковів Василь Іванович.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізичної реабілітації і спорту, протокол № 1 від 28 серпня 2023 року.

Зав. кафедри, кандидат пед. наук, доцент  Гах Р.В.

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності 017 «Фізична культура і спорт» протокол №1 від 28 серпня 2023 р.

Голова групи
забезпечення спеціальності,
к. н. з фіз. вих. і спорту, доцент



Едуард МАЛЯР

Гарант ОП



Едуард МАЛЯР

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Спортивні споруди»

1. Опис дисципліни « Спортивні споруди »

Дисципліна «Спортивні споруди»	Галузь знань, спеціальність, ОКР	Характеристика навчальної Дисципліни
Кількість кредитів – 5	Галузь знань 01 «Освіта/Педагогіка»	Цикл обов'язкових дисциплін Мова навчання: українська
Кількість залікових модулів – 4	Спеціальність – 017 «Фізична культура і спорт»	Рік підготовки: <i>Денна – 3</i> <i>Заочна – 3</i> Семестр: <i>Денна – 5</i> <i>Заочна – 6</i>
Кількість змістових модулів – 3	Ступінь вищої освіти – перший (бакалаврський)	Лекційні заняття: <i>Денна – 28</i> <i>Заочна – 8</i> Практичні заняття: <i>Денна – 28</i> <i>Заочна – 4</i>

Загальна кількість годин : <i>Денна – 150</i> <i>Заочна –</i>		Самостійна робота: <i>Денна – 83 год.</i> <i>(в т. ч. тренінг – 4 год.)</i> <i>Заочна - 138 год.</i>
Тижневих годин – 7, з них аудиторних – 2		Вид підсумкового контролю – екзамен

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

2.1. Мета: Метою викладання дисципліни «Спортивні споруди» є ознайомлення студентів з історичними аспектами розвитку будівництва спортивних споруд та формування конкретних знань, умінь, навичок необхідних для проектування, будівництва та експлуатації найпростіших спортивних споруд.

2.2. Завдання:

- вивчити відповідні нормативні дані і вимоги, необхідні при спорудженні спортивних об'єктів;
- отримати знання та практичні навички, необхідні при експлуатації спортивних споруд;
- оволодіти практикою будівництва найпростіших спортивних споруд, які не вимагають великих матеріальних та фінансових витрат;
- знати основи організації, проектування, будівництва, фінансування та експлуатації спортивних споруд.

2.3. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни:

- здатність використовувати спортивні споруди, спеціальне обладнання та інвентар.

2.4. Передумови для вивчення дисципліни

Перелік дисциплін, які мають бути вивчені раніше:

- Загальна теорія підготовки спортсменів;
- Гімнастика;
- Спортивні ігри;
- Легка атлетика (Бігові види);
- Легка атлетика (Технічні види);
- Екологія;
- Гігієна в спорті .

2.5. Результати навчання:

- здійснювати заходи з підготовки спортсменів, організації й проведення спортивних змагань;
- використовувати нормативні та правові акти, що регламентують професійну діяльність;
- застосовувати набуті теоретичні знання для розв'язання практичних завдань та змістовно інтерпретувати отримані результати.

2.6. Завдання лекційних занять:

- формування цілісної системи теоретичних знань з курсу.

2.7. Завдання практичних занять:

- систематизувати та закріпити теоретичні знання, одержані на лекціях;
- оволодіти вміннями та навичками навчальної дисципліни у практичній площині.

2. Зміст дисципліни «Спортивні споруди»

Змістовний модуль 1. Поняття про фізкультурно-спортивні споруди.

Тема 1. Загальні відомості про спортивні споруди.

Характеристика спортивних споруд минулого. Мережа спортивних споруд. Призначення та використання спортивних споруд. Спортивне обладнання.

Література: 7, 11, 14.

Тема 2. Класифікація спортивних споруд.

Спеціальні спортивні споруди. Комплексні спортивні споруди.

Окремі спортивні споруди. Допоміжна, основна та глядацька частина спортивних споруд.

Література: 5, 7, 11, 14.

Тема 3. Будівництво спортивних споруд.

Державні будівельні норми. Завдання на проектування(програмне завдання).Будівельний паспорт.

Змістовний модуль 2. Фізкультурно – спортивні споруди для окремих видів спорту.

Література: 1, 5, 12, 16.

Тема 4. Відкриті спортивні споруди та їх класифікація

Майданчики та поля. Покриття природне та штучне. Ігрові та спеціальні майданчики. Спортивне ядро. Техніка безпеки.

Література: 6, 7, 11, 13, 14.

Тема 5. Криті спортивні споруди та їх класифікація.

Спортзал. Спортивний манеж. Спортивний корпус. Палац спорту. Тур. Льодовий палац. Універсальні спортивні зали. Техніка безпеки.

Література: 6, 7, 11, 13, 14.

Тема 6. Басейни та особливості їх використання.

Природні та штучні водойми. Відкриті та криті басейни. Якість води. Температура води в басейні. Техніка безпеки.

Література: 6, 7, 11, 13, 14.

Тема 7. Споруди для зимових видів спорту.

Лижний спорт. Лижні траси і стрільбища для біатлону. Гірськолижний спорт. Санний спорт. Ковзанярський спорт. Техніка безпеки.

Література: 6, 7, 11, 13, 14.

Тема 8. Спортивні комплекси. Поняття про спортивний комплекс. Найбільші спортивні комплекси в світі і Україні.

Література: 6, 11, 14, 16.

Тема 9. Фізкультурно-оздоровчі споруди для неповносправних.

Типи споруд для інвалідів. Особливості пристосування.

Література: 4, 5, 7, 11.

Змістовний модуль 3. Експлуатація спортивних споруд.

Тема 10. Гігієнічні основи фізкультурно-спортивних споруд.

Санітарний нагляд за місцем занять. Обов'язки адміністрації спортивних споруд. Види штучної вентиляції. Система опалення. Природне та штучне освітлення. Фарбування спортивних приміщень. Профілактика шуму на спорт спорудах.

Література: 3, 6, 8, 10, 16.

Тема 11. Особливості розміщення фізкультурно-спортивних споруд.

Міські центри. Загальноміські фізкультурно - спортивні центри. Мережа фізкультурно - оздоровчих споруд підприємств.

Література: 1, 2, 5, 15.

Тема 12. Теоретико - методичні аспекти дослідження фізкультурно-спортивних комплексів.

Параметри місць проведення занять. Трансформація приміщень та багатофункціональне використання. Взаємозв'язок критих і відкритих споруд.

Література : 5, 8, 9, 12.

3. Структура залікового кредиту з дисципліни «Спортивні споруди»

(денної та заочної форми навчання)

	<i>Кількість годин</i>				Контрольні заходи
	Лекції д/з	Практичні заняття д/з	Самостійна робота д/з	Індивідуальна робота	
<i>Змістовий модуль 1. Поняття про фізкультурно-спортивні споруди</i>					
<i>Тема 1. Загальні відомості про спортивні споруди.</i>	2/2	2/2	6/10	-	Поточне опитування
<i>Тема 2. Класифікація спортивних споруд.</i>	4/2	4/	6/10	-	Поточне опитування
<i>Тема 3. Будівництво спортивних споруд.</i>	4/2	4/	6/10	-	Поточне опитування
<i>Змістовий модуль 2. Фізкультурно-спортивні споруди для окремих видів спорту.</i>					
<i>Тема 4. Відкриті спортивні споруди та їх класифікація.</i>	2/	2/	6/12	1	Поточне опитування
<i>Тема 5. Криті спортивні споруди та їх класифікація.</i>	2/	2/	7/12	1	Поточне опитування
<i>Тема 6. Басейни та особливості їх використання.</i>	2/	2/	8/12	-	Поточне опитування

<i>Тема 7. Споруди для зимових видів спорту.</i>	2/	2/	8/12	-	Поточне опитування
<i>Тема 8. Спортивні комплекси.</i>	2/	2/	8/12	-	Поточне опитування
<i>Тема 9. Фізкультурно-оздоровчі споруди для неповносправних</i>	2/	2/	8/12	-	Поточне опитування
Змістовий модуль 3. Експлуатація спортивних споруд.					
<i>Тема 10. Гігієнічні основи фізкультурно-спортивних споруд.</i>	2/	2/	8/12	1	Поточне опитування
<i>Тема 11. Особливості розміщення фізкультурно-спортивних споруд.</i>	2/2	2/2	6/12	-	Поточне опитування
<i>Тема 12. Теоретико-методичні аспекти дослідження фізкультурно-спортивних комплексів</i>	2/	2/	6/12		Поточне опитування
<i>Тренінг</i>			8/	3/	
Разом	28/8	28/4	91/138	3/-	

4. Тематика практичних занять

Практичне заняття №1

Тема: Загальні відомості про спортивні споруди.

Мета: ознайомлення з загальними відомостями про спортивні споруди.

Питання для обговорення:

1. Загальна характеристика спортивних споруд і обладнання.
2. Спортивні споруди минулого.

Література: 7, 11,14.

Практичне заняття № 2-3

Тема: Класифікація спортивних споруд.

Мета: визначення класифікації спортивних споруд.

Питання для обговорення: Спеціальні та комплексні спортивні споруди.

1. Відкриті та криті спортивні споруди.

Література: 5, 7, 11,14.

Практичне заняття № 4-5

Тема: Будівництво спортивних споруд.

Мета: ознайомити з основними вимогами щодо будівництва спортивних споруд.

Питання для обговорення:

1. Державні будівельні норми.
2. Завдання на проектування спортивного об'єкту.
3. Будівельний паспорт.
4. Види спортивних споруд.

Література: 1, 5, 12,14.

Практичне заняття № 6

Тема: Відкриті спортивні споруди та їх класифікація.

Мета: ознайомлення з класифікацією відкритих спортивних споруд.

Питання для обговорення:

1. Види відкритих спортивних споруд.
2. Розміри та розмітка майданчиків та стадіонів.

Література: 6, 7, 11,13, 14.

Практичне заняття № 7

Тема: Криті спортивні споруди та їх класифікація.

Мета: ознайомлення з класифікацією критих спортивних споруд.

Питання для обговорення:

1. Види критих спортивних споруд.
2. Структура та розміри критих залів.

Література: 6, 7, 11,13, 14.

Практичне заняття № 8

Тема: Басейни та особливості їх використання.

Мета: ознайомлення з спортивною спорудою.

Питання для обговорення:

1. Специфіка басейнів.
2. Призначення водних спортивних споруд.
3. Розміри та глибина басейну.

Література: 6, 7, 11,13, 14.

Практичне заняття № 9

Тема: Споруди для зимових видів спорту.

Мета: ознайомити з спорудами для зимових видів спорту.

Питання для обговорення:

1. Види зимових спортивних споруд.
2. Основні вимоги щодо розмірів зимових споруд.

Література: 6, 7, 11,13, 14.

Практичне заняття № 10

Тема: Спортивні комплекси.

Мета: ознайомлення з поняттям спортивний комплекс.

Питання для обговорення:

1. Поняття та визначення спорткомплексу.

Література: 6, 11,14.

Практичне заняття № 11

Тема: Фізкультурно-оздоровчі споруди для неповносправних.

Мета: ознайомлення з фізкультурно-оздоровчими спорудами для неповносправних.

Питання для обговорення:

1. Структура фізкультурно-оздоровчих споруд для занять інвалідів.
Література: 4, 5, 7, 11.

Практичне заняття №12

Тема: Гігієнічні основи фізкультурно-спортивних споруд.

Мета: ознайомлення з основами гігієни фізкультурно-спортивних споруд.

Питання для обговорення:

1. Основні вимоги санітарного нагляду за спортивними спорудами.
2. Види штучної вентиляції.
3. Використання штучного освітлення, норми освітленості спортивних споруд.
4. Фарбування спортивних приміщень.
5. Профілактика шуму на спортивних спорудах.

Література: 3, 6, 8,10, 14.

Практичне заняття №13

Тема: Особливості розміщення фізкультурно-спортивних споруд.

Мета: ознайомлення з особливостями фізкультурно-спортивних споруд.

Питання для обговорення:

1. Міські центри.
2. Загальноміські фізкультурно-спортивні центри.
3. Мережа фізкультурно-оздоровчих споруд підприємств.

Література: 1, 2,5, 14.

Практичне заняття №14

Тема: Теоретико - методичні аспекти дослідження фізкультурно-спортивних комплексів.

Мета: дослідження фізкультурно-спортивних комплексів.

1. Параметри місць проведення занять.
2. Трансформація приміщень та багатофункціональне використання.
3. Взаємозв'язок критих і відкритих споруд.

Література: 5, 8,9, 12.

6. Комплексне практичне індивідуальне завдання (КПЗ)

Комплексне практичне індивідуальне завдання з дисципліни «Спортивні споруди» виконується самостійно кожним студентом згідно методичних рекомендацій до виконання КПЗ. КПЗ охоплює основні теми дисципліни «Спортивні споруди». Метою виконання КПЗ є вивчення та вирішення проблем підготовки спортсменів до високих результатів. КПЗ оформляється відповідно до встановлених вимог. При виконанні та оформленні КПЗ студент може використовувати комп'ютерну техніку. КПЗ оцінюється за 100-бальною шкалою. Виконання КПЗ є одним з обов'язкових складових модулів залікового кредиту з дисципліни «Спортивні споруди».

Для виконання КПЗ студент обирає варіант згідно свого номера в списку групи, виконує і захищає усі завдання відповідно до графіку. Індивідуальне завдання виконується самостійно кожним студентом згідно його варіанту і охоплює усі основні теми дисципліни.

Метою КПЗ є самостійне вивчення частини програмного матеріалу, систематизація, поглиблення, узагальнення, закріплення та практичне застосування знань здобувачів освіти з дисципліни та розвиток навичок самостійної роботи. КПЗ є завершальною складовою теоретичної і практичної роботи з дисципліни та виконується на основі знань, умінь і навичок, отриманих у процесі лекційних та практичних занять, і охоплює зміст навчальної дисципліни загалом.

Вимоги до КПЗ: загальний обсяг матеріалу – 5-6 сторінок, в тому числі творчого завдання – 2-3 сторінки, а також наявність переліку використаних літературних джерел і посилань на них по тексту

7. САМОСТІЙНА РОБОТА

Номер теми	Тема	К-сть годин
1.	<i>Загальні відомості про спортивні споруди.</i>	6/10
2.	<i>Класифікація спортивних споруд.</i>	6/10
3.	<i>Будівництво спортивних споруд.</i>	6/10
4.	<i>Відкриті спортивні споруди та їх класифікація.</i>	6/12

5.	<i>Криті спортивні споруди та їх класифікація.</i>	7/12
6.	<i>Басейни та особливості їх використання.</i>	8/12
7.	<i>Споруди для зимових видів спорту.</i>	8/12
8.	<i>Спортивні комплекси.</i>	8/12
9.	<i>Фізкультурно-оздоровчі споруди для неповносправних.</i>	8/12
10.	<i>Гігієнічні основи фізкультурно-спортивних споруд.</i>	8/12
11.	<i>Особливості розміщення фізкультурно-спортивних споруд.</i>	6/12
12.	<i>Теоретико-методичні аспекти дослідження фізкультурно-спортивних комплексів.</i>	6/12
Разом:		83/138

8. Тренінг з дисципліни (8год.)

Тематика: Завдання на проектування спортивного об'єкту.

Порядок проведення:

1. Підготовка до заняття.
2. Пояснення завдання.
3. Проведення заняття.
4. Педагогічний аналіз проведеного заняття.

9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання.

В процесі вивчення дисципліни «Спортивні споруди» використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне опитування;
- заліково-немодульне тестування та опитування;
- оцінювання результатів КППЗ;
- ректорська контрольна робота;
- іспит.

10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю.

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Спортивні споруди» визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Заліковий модуль 1 (змістовий модуль № 1)	Заліковий модуль 2 (Ректорська контрольна робота)	Заліковий модуль 3 (підсумкова оцінка за КПЗ, враховуючи поточне опитування)	Заліковий модуль 4 (письмовий екзамен)	Разом
20 %	20 %	20 %	40%	100 %
9 тиждень	_ тиждень	_ тиждень	Тиждень	
Опитування під час заняття (теми 1–7) – 10 балів за тему – макс. 70 балів. Модульна робота – макс. 30 балів.	Опитування під час заняття (теми 8–12) – 10 балів за тему – макс. 50 балів. Модульна робота – макс. 50 бал	Підготовка КПЗ – макс. 40 балів. Захист КПЗ – макс. 40 балів. Виконання завдань під час тренінгу – макс. 20 балів.	Тестові завдання (25 тестів по 3 бали за тест) – макс. 75 балів. Теоретичне питання – макс. 25 балів.	

Шкала оцінювання:

За шкалою ТНЕУ	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90–100	Відмінно	A (відмінно)
85-89	Добре	B (дуже добре)
75–84		C (добре)
65–74	Задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)
35–59	незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1–34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)

11. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

№	Найменування	Номер теми
1.	Електронний варіант лекцій	1-12
2.	Індивідуальні завдання для самостійного виконання (електронний варіант)	1-12
3.	Вихідні дані для обробки на ПВОМ	1-12
	Перелік методичних вказівок та матеріалів	
№	Найменування	К-сть примірників

1.	Статистичні методи наукових досліджень: методичні матеріали з вивчення дисципліни для студентів денної форми навчання, Гігієна спортивних споруд – методичні рекомендації для викладачів та студентів – Тернопіль, ЗУНУ: 2021 – 38 с.	38
----	---	----

12. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Борисов Є.В., Теорія та методика веслування: історія розвитку, техніка, методика навчання, правила змагань. Споруди і обладнання (Частина І) / Є.В. Борисов, О.І. Міщак // Дніпропетровськ: Видавництво Маковецький Ю.В. 2018.- 277 с.
2. Долгова Н.О. Методичні вказівки до практичних занять із дисципліни «Матеріально-технічне забезпечення спортивної діяльності» / укладач Н. О. Долгова. – Суми :Сумський державний університет, 2018. – 21 с.
3. Зайцева Ю.В. Тараненко Ірина Вадимівна Фізкультурно-спортивні споруди і обладнання : навч.- метод. посіб. / Ю. В. Зайцева, І. В. Тараненко / за ред. Ю. В. Зайцевої. – Полтава : Сімон, 2020. – 96 с.
4. Маленюк Т.В. Спортивні споруди і обладнання : навч. посібник. Кропивницький : Видавець Лисенко В.Ф., 2019. 152 с.
5. Маленюк Т.В. Обґрунтування значущості навчальної дисципліни «Спортивні споруди і обладнання» у фаховій підготовці майбутніх учителів фізичної культури // Фізичне виховання і спорт в навчальних закладах України на сучасному етапі: стан, напрямки й перспективи розвитку: зб. наук. праць XXIV Всеукр. наук.-практ. конф. ЦУДПУ імені Володимира Винниченка. Кропивницький: ПП «Ексклюзив-систем», 2018. С.100 – 104.
6. Міщак О.І., Омельченко О.С. Комп'ютерний практикум з дисципліни «Спортивні споруди». 2017. 50 с.
7. Основи науково-дослідної роботи у сфері фізичної культури і спорту: навч. прогр./ О.А Шинкарук, О.М. Лисенко, О.О. Яковенко. –К. : НУФВСУ, Олімп.л-ра, 2017. – 38 с.
8. Павлюк І.С. Гігієна студента під час занять спортивними іграми. /І.С. Павлюк,М.М. Долиніна// Актуальні проблеми медико-біологічного забезпечення фізичної культури, спорту та фізичної реабілітації (присвячена пам'яті професора О.В. Пешкової) // Збірник статей III Міжнародної науковопрактичної інтернет- конференції. – Харків : ХДАФК, 2017. – С. 224-229.
9. Спортивні споруди і обладнання: методичні вказівки для студентів спеціальності 017 «Фізична культура і спорт» / уклад. : Ю. О. Долинний, Гейтенко В.В. – Краматорськ : ДДМА, 2020. – 70 с.
10. Якименко О. В. Технічна експлуатація будівель та споруд : навч. посібник / О. В. Якименко, К. О. Кіктюва ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М.

Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 247 с.

11. Яковів В.І. ЕКСПЛУАТАЦІЯ СПОРТИВНИХ СПОРУД – методичні рекомендації для викладачів та студентів – Тернопіль, ЗУНУ: Економічна думка, 2021 – 37 с.

12. Яковів В.І. СПОРТИВНІ СПОРУДИ. (частина 1) – методичні рекомендації для викладачів та студентів – Тернопіль, ЗУНУ: Економічна думка, 2021 – 25 с.

13. Яковів В.І. СПОРТИВНІ СПОРУДИ. (частина 2) – методичні рекомендації для викладачів та студентів – Тернопіль, ЗУНУ: Економічна думка, 2021 – 23 с.

14. Яковів В.І. Гігієна спортивних споруд – методичні рекомендації для викладачів та студентів – Тернопіль, ЗУНУ: 2021 – 38 с.

15. Sports Facilities and Utilities: A Perceptual Analysis of Secondary School Students. March 2021 Research Journal of Social Sciences & Economics Review (RJSSER) 2(1):292-302

16. The Economics of Sports Facilities and Their Communities. John J. Siegfried, Andrew Zimbalist. JOURNAL OF ECONOMIC PERSPECTIVES VOL. 14, NO. 3, SUMMER 2000 (pp. 95-114)

17. Characteristics of the Spatial Location of Sports Facilities in the Northern Great Plain Region of Hungary. Gábor Kozma, Károly Teperics, Klára Czimre, and Zsolt Radics. Sports (Basel). 2022 Oct; 10(10): 157. Published online 2022 Oct 18

18. User-centric analytic approach to evaluate the performance of sports facilities: A study of swimming pools. Erica Lau a, Huiying (Cynthia) Hou b, Joseph H.K. Lai a, David Edwards c, Nicholas Chileshe d .Journal of Building Engineering Volume 44, December 2021,