



Épületszerkezzettani szakági munkarész

Vitorlás Klub

Palics

Diplomatervezés – osztatlan, tervezői | Urbanisztika Tanszék | 2020

Vörös Augusztina
UI9TUQ



1. Általános információk

1.1. A tervezési helyszín

Palics, Szerbia

HRSZ: 887, 885, 883, 1440

Palics Vajdaság északi részén fekvő település, mindössze 8 km távolságra fekszik Szabadka városától. A Palicsi-tó már az 1800-as években gyógyfürdőként volt ismert, kiépített angol parkjával rendkívül népszerű üdülőhellyé vált. Mindezt fokozták a századfordulón épült népi szecessziós épületek. Palics idővel elvesztette egykori ragyogását, mára a tó vize a folyamatos szennyezés miatt fürdésre alkalmatlan. A közelmúlt háborús, politikai eseményei miatt számos ingatlant hanyagoltak el a környéken, többek között a Vitorlás Klub mai épülete is ilyen sorsra jutott, hiába áll helyi védelem alatt.

1.2. Tervezett kialakítás

A Vitorlás Klub meglévő épülete felújításra kerül, majd védett titulusához illő funkciót kap. A ház egy része kiállítóterré lesz alakítva, amely bemutatja a palicsi sporttörténelmet a látogatók számára. A hosszabb, kellemesebb időtöltésért egy kávézó is helyet kap az épületben, annak szükséges helyiségeivel. Így a ház egy megállóvá válik, segíti a környék gazdag örökségének tudatosabb szemlélését. Itt megpihenve a látogató frissen folytathatja sétáját a déli irányban meghosszabbított sétányon. Helyiséglista:

- kiállítóter: 56,00 m²

- kiszolgálóter: 10,56 m²

- raktár: 3,96 m²

- gépészeti helyiség: 5,89 m²

- közlekedő: 24,57 m²

- mosdók: 10,23 m²

- öltöző: 8,05 m²

- takarítószer-raktár: 2,42 m²

- konyha: 14,14 m²

- bútó-tároló: 4,02 m²

- tároló: 1,74 m²

- hulladék-tároló: 1,74 m²

A Vitorlás Klub új épülete szezonálisan üzemel (március-november). Tartalmazza azon helyiségeket, amelyek a klub működéséhez (recepció, iroda, mosdó) és a sportolók felkészüléséhez (funkcionális edzőterem, öltöző, mosdók) szükségesek. A multifunkciós terem elsősorban a tanulók elméleti oktatásának biztosít helyet, emellett versenyek idején gyűlések és rendezvények fogadására is alkalmas. A díjátadók tervezett helye az udvar, amely a regatták eseményeihez szervesen hozzátartozó közös főzéseknek is teret ad. Helyiséglista:

- edzőterem: 74 m²
- öltözők: 36 m²
- gépészeti helyiség: 8,41 m²
- akadálymentes mosdó: 5,5 m²
- iroda: 19,12 m²
- közlekedő: 20,35 m²
- előtér: 36,47 m²
- multifunkciós terem: 62,56 m²

A Klub működéséhez szintén elengedhetetlen, ám fűtést nem igénylő terek kerültek a vízen lévő épülettömbbe: a vitorlás tároló és egy szerelőműhely. Helyiséglista:

- műhely: 25,13 m²
- tárolóhelyiség: 250 m²

2. Környezeti hatások és igénybevételek

2.1. Domborzat

A tervezési terület sík terep, szintje megegyezik a Vermes Lajos sétány szintjével.

A talaj felsőbb rétegei:

-0,8/-0,9 m mélységig feketeföld (csernozjom)

-7 m mélységig sárga és szürke finom ill. közepes szemű homok

A talaj közepes teherbírású, a törésmutató 31°.

2.2. Éghajlat

- a település mérsékelt éghajlati övezetben fekszik, kontinentális éghajlatú
- az évi középhőmérséklet: 11,8 °C
- a legmelegebb havi középhőmérséklet (július): +26°C
- a leghidegebb havi középhőmérséklet (január): -1,0 °C
- az évi átlagos napfénytartalom: 1950 óra
- a csapadékmennyiség éves átlaga: 559 mm
- az uralkodó szélirány északnyugat-délkelet irányú
- az évi átlagos szélsébség: 2,5 – 3 m/s

2.3. Hidrológia

A terület közvetlenül a tó partján fekszik. A mértékadó talajvíz szintje -1,7 m. A tervezendő épület alápincézetlen, így ez nem okoz problémát. A talajvíz SO₃ tartalma 150-300 mg/l átlagosan.

A tó átlagos mélysége 1,95 m. A tó szintjének ingadozása kismértékű, áradásveszély nem áll fenn. Az építés alatt a nyitott munkagödörbe esetlegesen szivárgó talajvízzel kell számolni.

2.4. Zajterhelés

Az Ausztrália utca és a Rijeka utca forgalma alacsony. A Vermes Lajos sétányon időszakosan a turisták által keletkezik zajterhelés, illetve a közeli rendezvénytereken alkalmi zenés estek kerülnek megrendezésre. A környezeti zajterhelés határértéke: 45-35 dB között (nappal-éjjel).

2.5. Szélviszonyok

Palicsan az uralkodó szélirány ÉNy – DK irányú. Előfordul még a száraz levegőjű ÉK-i, és a meleg, nedves levegőjű, DNY-i szél, a Košava. A szélsébség évi átlagai 2,5-3 m/s között változóak. Átlagban évente 120 szeles nap fordul elő (10 m/s ≤) és ezek közül 30 nap viharos (15 m/s ≤).

2.6. Csapadékmennyiség

MSZ EN 12056-3 szerint

Csapadékos napok száma: ~ 124 nap

(legcsapadékosabb napokon 72 mm csapadék is eshet)

A csapadékmennyiség éves átlaga 559 mm (legcsapadékosabb hónapok a május és június). Ereszcsatornák és ejtőcsövek a várható vízhozam függvényében méretezendők.

A környéken a mértékadó fajlagos csapadékvízhozam az MSZ-04-134:1991 szerint: 176 l/(s*ha).

2.7. Talajmechanika

A talaj rétegződése: -0,8/-0,9 m mélységig feketeföld (csernozjom). A teherhordó talajsínt -5 méteren található. A talaj közepes teherbírású, a törésmutató 31°. Geotechnikai adottságok: földrengési kategória 3. zóna.

A talaj felsőbb rétegei:

-0,4/-0,5 m mélységig barna homok feltöltés

-7 m mélységig sárga és szürke finom ill. közepes szemű homok

2.8. A szándékosság hatása

A környéken nem jellemzőek a biztonsági problémák, viszont mivel jelentős érték kerül raktározásra az épületekben, betörésvédelmi, értékvédelmi, vandálbiztos rendszerek telepítendőek.

2.9. Növényzet

A tervezési telek a szecessziós stílusú angolpark szélén helyezkedik fel. A meglévő házat számos idős fa veszi körül, amelyek – habár védettség alatt nem állnak – hozzáadnak a hely értékéhez. A telektől délre füves terület, míg nyugaton sűrű növényzet található.

3. A meglévő épület szerkezeti elemzése

A Palicsi Vitorlás Klub épülete a tó északnyugati partjához közel található, a Nagy Parkban, nem messze a Bagolyvártól. Pontos építési éve ismeretlen, az 1920/30-as évekre tehető. A ház helyi védelem alatt áll. A tervezési folyamat során erről az épületről műszaki tervdokumentáció nem áll rendelkezésre, az épület pontos felmérésére sem volt lehetőség. Homlokzatán – hasonlóan a környékbeli villákéhoz – svájci stílusjegyeket fedezhetünk fel, illetve oromzatán a népi szecesszió motívumait. Jelenlegi állapota meglehetősen elhanyagolt. Az elmúlt évtizedekben az északi részén egy hosszú, alacsony, szűk helyiség hozzáépítése történt, amelyet a védelmi rendelet már „megszokottnak” idéz, így elbontása helyett annak felújítása javasolt. A déli homlokzatán egy jóval előnytelenebb beavatkozást láthatunk; egy fűtetlen kis előtetőt építettek elé, amely nem képvisel esztétikai értéket, ráadásul kitararja az épület díszes homlokzatát. Napjainkban ez az – egykoron méltóbb sorsú – épület hajótárolóként és étteremként működik. A Klub adminisztratív tevékenységeit egy kisebb, szűkös melléképületben látják el, amely a meglévő, védett ház mellé épült, és szintén nem elégíti ki a sportolók igényeit.

3.1. Alapozás

Az épület a környékbeli, vele egyidős épületek szerkezeti elemzését követően feltételezhetően vegyes (kő és téglá) sávalapozással készült. Az alapozási síkok, méretek ismeretlenek.

3.2. Falszerkezet

Az épület hosszfalas szerkezeti rendszerű, a teherhordó falak kisméretű téglából falazottak. A teherhordó falakban tervezett utólagos nyílások páros acél I gerendák befészkelésével kerülnek kiváltásra.

A fotódokumentációk és a helyszíni bejárás alapján az épület teherhordó falai alatt nem készült vízszintes falszigetelés, melynek következtében a kapilláris nedvességfelszívódás és helyenként sókiválás figyelhető meg. A felújítandó ház falait a tervezett rendeltetés jellegéből adódóan utólagos falszigeteléssel kell ellátni. A fal vastagságából és anyagából (40 cm vastag kisméretű téglá) -, és az abban vezetett gépészeti vezetékek hiányából adódóan az utólagos falszigetelés legkézenfekvőbb módja a mechanikai falszigetelési eljárás: a falazatba vízszintes síkban nemesacél-lemez kerül, melyet a külső oldalról, speciális berendezéssel, vibrálással juttatnak be a vízszintes fugába. Az utólagos falszigetelés síkja a padlószint fölött 40 cm-rel van. A falazatból a nedvesség fokozatosan (akár hónapokon keresztül) távozik, így a homlokzatra és a belső falfelületre csak minősített, porózus szerkezetű, alacsony páradiffúziós ellenállású légpórusos szárító vakolatrendszer kerülhet. Mivel a külső homlokzat helyi védettség alatt áll, a falazat hőszigetelése csak belső oldalról történhet, 5 cm vastag, páragazdálkodó, kapilláraktív ásványi hőszigetelő lapokkal.

Az épületben található kémények szintén falazva készültek. Ezek elbontásra kerülnek, ugyanis megújuló energiával történő fűtés kerül kialakításra.

3.3. Födémszerkezet

Az épület alapterületének kb. felén borított gerendafödém készült, másik felén a födémszerkezet hiányos. A hiányzó részre új, borított gerendafödém készül. A meglévő és az új födémet is felülről, teljes felületén utólagos hőszigeteléssel (farost hőszigetelés) kell ellátni.

3.4. Tetőszerkezet

A hét méteres távot üres fedélszékkal fedték le. A födém nélküli részen látszódik a hőszigetetlen fedélszék és a kötőgerenda. A tetőhéjalás közepes hajlásszögű, hullámos hornyolt cserépfedés. A fedélszék rossz állapota miatt szükséges annak cseréje, amelyre új cserépfedés is kerül. Mindezt az eredeti geometria szerint, a meglévő, jó állapotban lévő díszes oromzatot visszaállítva.

3.5. Padlószervezet

A meglévő épület padlószervezete teljes egészében felújításra kerül. 15 cm vasalt aljzaton egy rétegű, modifikált bitumenes vastaglemez szigetelés készül, lángolvasztással ragasztva. A talajnedvesség elleni

szigetelésre fektetett hőszigetelés szintén farost hőszigetelő lemezből készül (lépésálló gyártmány). A hőszigetelés feletti gépészeti vezetékek installációs rétegeként kis szemcseméretű (1-4 mm) agyagkavics feltöltés készül 10 cm vastagságban, melyre két rétegben, feles eltolásban fektetett gipszrost építőlemez szárazaljzat kerül. A szárazaljzat alkalmas a kiállító teremben lévő, ragasztott kőburkolat -, és a vizes helyiségekbe kerülő szigetelő burkolati rendszer (bevonatszigetelés + ragasztott kerámia burkolat) fogadására is.

3.6. Válaszfalak

Jelenleg tömör, kisméretű téglá kitöltőfalak vannak az épületben. Az új alaprajzi elrendezés végett ezek elbontásra kerülnek. Az új válaszfalak tartóvázát 5/7,5 cm fűrészelt fa falvázoszlopok alkotják, melyek közé 5 cm vastag farost hőszigetelés kitöltés kerül, két oldalt 1-1 réteg rétegelt lemez borítást kapnak. A vizes helyiségek a fokozott nedvesség- és páratartalmat figyelembevéve horganyzott acél CW bordavázú válaszfalakkal készülnek, és 2x2 réteg impregnált gipszkarton építőlemez burkolatot kapnak.

3.7. Homlokzat

A meglévő épület tákolt, déli homlokzatánál történt hozzáépítés elbontásra kerül, felfedvén a védett homlokzatot. Az északi falra új nyílások kerülnek, a jelenleg előnytelen homlokzat pedig a többivel harmonizáló, kváderezéssel kialakított díszítést kap. A húzott kváderezés a szárítóvakolatrendszerből kerül kialakításra.

3.8 Nyílászáró

A meglévő, kapcsolt gerébtokos nyílászárók alapvetően jó állapotúak, energetikai szempontból azonban korszerűsítésre szorulnak. A védett homlokzat miatt az eredeti nyílászárók kerülnek felújításra. A meglévő szárnyprofilokban szűkös hely adatik az üvegezés számára, így a kétrétegű, hőszigetelő üvegezés csak korlátozott vastagságot kap (3-4-3 mm). Az üvegezést a külső oldalról új üvegező lécek szorítják be.

3. Funkcióból eredő, azaz belső hatások

3.1. Nedvesség hatás

Vitorlás klub:

a használati víz a vizes helyiségekben

érintett szerkezet: használati vízzel terhelt helyiség határoló szerkezete

igénybevétel: nedvesség / vízterhelés

elvárás → követelmény: teljes szárazság / vízhatlanság a szomszédos helyiségben

szerkezet: a határoló szerkezeteket a víz támadási oldalán vízhatlan szigeteléssel kell ellátni

3.2. Hőhatás

Vitorlás klub:

a hőmérsékletkülönbség (belső és külső tér vonatkozásában)

érintett szerkezet: határoló szerkezetek

igénybevétel: hőveszteség / hőmérséklet-kiegyenlítődé

elvárás → követelmény: hőtechnikai követelményértékek

szerkezet: a határoló szerkezeteket megfelelő hőszigetelésű anyagokkal kell ellátni

3.3. Akusztikai hatás

Vitorlás klub:

Zajhatás a szomszédokra nézve; a keletkezett léghang gátlására figyelniük kell. Az épületeken belül a szellőztetőrendszerből eredően merülhet fel zajhatás, így azt zajcsökkentéssel kell ellátni: a gépészeti gyűjtő légvezeték hangszigetelt.

3.4. Mechanikai hatás

Vitorlás klub:

3.3.1. Önsúlyteher: MSZ EN 1991-1-1 szerint

Fa pillérek és szarufák önsúlyából, illetve a hozzájuk kapcsolódó burkolati rétegek önsúlyából származó igénybevételeket kell figyelembe venni.

3.3.2. Esetleges terhek

3.3.2.1. hóteher: MSZ EN 1991-1-3 szerint:

$q_s=0,8 \times 1,5= 1,25 \text{ kN/m}^2$ hóterhet kell figyelembe venni.

3.3.3.2. szél torlónyomása: MSZ EN 1991-1-4 szerint:

I. beépítettségi kategória, terepszint feletti magasság $\sim 4,5 \text{ m}$, $q_p(z)=0,84 \text{ kN/m}^2$; $w_d = 0,84 \times 1,5 = 1,06 \text{ kN/m}^2$ szélterhet kell figyelembe venni.

3.3.3.3 földrengés: MSZ EN 1998-1 (EUROCODE 8) szerint:

3. szeizmikus zónába sorolható – ennek megfelelően EN 1998 szabvány szerinti statikai méretezés szükséges.

Vitorlás tároló:

3.3.1. Önsúlyteher: MSZ EN 1991-1-1 szerint

Fa pillérek és szarufák önsúlyából, illetve a hozzájuk kapcsolódó burkolati rétegek önsúlyából származó igénybevételeket kell figyelembe venni.

3.3.2. Esetleges terhek

3.3.2.1. hóteher: MSZ EN 1991-1-3 szerint:

$q_s=0,8 \times 1,5= 1,25 \text{ kN/m}^2$ hóterhet kell figyelembe venni.

3.3.3.2. szél torlónyomása: MSZ EN 1991-1-4 szerint:

I. beépítettségi kategória, terepszint feletti magasság $\sim 4,5 \text{ m}$, $q_p(z)=0,84 \text{ kN/m}^2$; $w_d = 0,84 \times 1,5 = 1,06 \text{ kN/m}^2$ szélterhet kell figyelembe venni.

3.3.3.3. földrengés: MSZ EN 1998-1 (EUROCODE 8) szerint:

3. szeizmikus zónába sorolható – ennek megfelelően EN 1998 szabvány szerinti statikai méretezés szükséges.

3.3.2.4. hasznos teher: EN 1991-1-1 szerint:

A stéghez tartozóan (\sim járható tető) tartozóan $q_d=2 \text{ kN/m}^2$ hasznos terhet kell figyelembe venni.

4. A tervezett épülettel szemben támasztott követelmények

4.1. Mechanikai követelmények

Vitorlás klub és tároló:

4.1.1. Teherbírési követelmények

4.1.1.1. Állékonyság

Az épület tartószerkezete statikailag állékony legyen, a tér mindhárom irányában megtámasztott, merev testként viselkedjen. Tetszőleges irányú erőhatások esetén képes legyen állékonyságának megőrzésére. A födém szerkezet képes legyen az önsúlyából és a meteorológia terhekből eredő igénybevételeket merev tárcsaként a pillérekre továbbítani.

4.1.1.2. Szilárdság, stabilitás

A betervezett tartószerkezetek tervezési szilárdsága haladja meg az igénybevételekből származó feszültségek tervezési értékét. A betervezett tartószerkezetek feleljenek meg a szilárdsági, és stabilitási követelményeknek.

4.1.1.3. Használhatósági követelmények

A tartószerkezetek ne szenvedjenek olyan káros alakváltozásokat, ne keletkezzenek olyan méretű repedések, vagy rezgések, melyek a rendeltetésszerű használatot akadályoznák, a másodlagos épületszerkezetek károsodását eredményeznék, vagy a bent tartózkodók veszélyeztetését kiváltanák.

4.1.2. Alakváltozás

A vízszintes tartószerkezetek ne haladják meg az 1/250-es megengedett függőleges lehajlást.

4.1.3. Földrengés

Földrengés esetén a tartószerkezetek az állékonysági és szilárdsági paramétereiket az előírt követelményeknek megfelelően megtartsák.

4.2. Talajmechanikai, hidrogeológiai követelmények

Vitorlás klub és tároló:

Az alapozás módjának megválasztásánál ügyelni kell arra, hogy az esetleges egyenlőtlen terhelésből adódóan káros relatív alakváltozások ne lépjenek fel – azaz a teherhordó szerkezetek a terheket egyenlő mértékben, egyenlő süllyedések mellett közvetítsék az altalajra. A parton készült beton sávalap erre alkalmas, míg a vízben a cölöpalapok teljesítik ezt.

4.3. Csapadékvíz elleni szigetelések

Vitorlás klub és tároló:

A belső használati teret a csapadékvíztől teljes szárazság igénye mellett védeni kell. Az alacsony hajlásszögű tetőt vízhatlan csapadékvíz elleni szigeteléssel kell ellátni. A homlokzati nyílászárókat (ablakokat, ajtókat) lég- és nedvességzáróan kell a határoló szerkezetekhez csatlakoztatni és tömíteni. A tömör homlokzati falon 30 cm magasságig 1 réteg talajnedvesség elleni szigetelés felvezetése szükséges.

4.4. Használati víz elleni szigetelések

Vitorlás klub:

A vizesblokkok helyiségeinek használati víz elleni bevonatszigetelése szükséges.

4.5. Akusztikai követelmények

Vitorlás klub:

A zaj terhelési határértékei az épületek zajtól védendő helyiségeiben a 27/2008. (XII. 3.) KvVM-EüM együttes rendelet 4. melléklete szerint: (Az épület főbb funkcionális tereire vonatkozó követelmények kiemelve.) ~ előadóterem oktatási intézményekben: nappal 40 dB (06-22 óra), éjjel az épület nem üzemel.

4.6. Energetikai követelmények

Vitorlás klub:

Az épület energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló, 7/2006. (V.24) TNM rendelet szerint 2018. január 1-étől közel nulla energiaigényű követelményszintet kell teljesíteni. Ezt három különböző szinten kell kielégíteni:

4.6.1. Hőátbocsátási tényező: U [W/m²K]

Szerkezet típusa	Hőátbocsátási tényező követelményértéke – U [W/m ² K]
Homlokzati fal	0,24
Fedélszék	0,17
Üvegezett homlokzati fal	1,4
Talajon fekvő padló	0,30

Rétegtervi hőátbocsátási tényező:

$$U = 1 / (1/b_i + \sum d/\lambda + 1/b_e) [W/m^2K]$$

Tetőszerkezet	h _i	d	λ	h _e
külső oldal	-	-	-	23

farost hőszigetelés	-	0,25	0,036	-
fa rétegtelt lemez belső burkolat	-	0,015	0,15	-
belső oldal	10	-	-	-

$$U_{im} = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Üvegezett homlokzati fal	U (termékkatalógusból)
Schüco AOC 50 TLHI függönyfal	0,97

$$U_{im} = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U = 0,97 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Homlokzati fal	h_i	d	λ	h_e
külső oldal	-	-	-	23
vörösfenyő burkolat	-	0,024	0,099	-
átszellőztetett légréteg	-	-	-	-
1 réteg szélzáró homlokzatfólia	-	-	-	-
farost hőszigetelés	-	0,25	0,036	-
1 réteg lég- és párazáró fólia	-	-	-	-
5 cm szerelőrétég	-	-	-	-
1,5 cm fa rétegtelt lemez belső burkolat	-	0,015	0,15	-
belső oldal	8	-	-	-

$$U_{im} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Padló	h_i	d	λ	h_e
külső oldal	-	-	-	0
hajópadló	-	0,022	0,19	-
gipszrost építőlemez	-	0,025	0,29	-
agyagkavics	-	0,1	0,079	-
farost hőszigetelés	-	0,15	0,036	-
monolit vasbeton lemez	-	0,10	1,05	-
belső oldal	6	-	-	-

$$U_{im} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$$

4.6.2. Fajlagos hőveszteség tényezőre ellenőrzése számítással: q ($\text{W/m}^3\text{K}$)

Korrigált U értékek:

$$U_R = U \times (1 + \chi)$$

szerkezet	A [m ²]	l [m]	χ	U _R	A x U _R	
üvegfelületek	188,2	155,1	0,30	1,26	237,13	
tömör falak	84,75	72,7	0,20	0,16	13,56	
tetőszerkezet	443,59	100,74	0,10	0,15	68,31	
			z	R	Ψ	lΨ
padló	262	90,3		5,8	0,10	9,03

$$\Sigma(A \times U_R) = 319 \text{ W/mK}$$

Direkt sugárzási nyereség:

$$Q_{sdE} = \varepsilon \times \Sigma A_{iE} \times g_E \times Q_{TOTÉ} = 0,5 \times 82,8 \times 0,50 \times 100 = 2070 \text{ kWh/a}$$

$$E_{sdE} = Q_{sdE} / A = 2070 / 262 = \mathbf{7,90 \text{ kWh}}$$

$$Q_{sdK} = \varepsilon \times \Sigma A_{iK} \times g_K \times Q_{TOTK} = 0,5 \times 22,6 \times 0,50 \times 200 = 1130 \text{ kWh/a}$$

$$E_{sdK} = Q_{sdK} / A = 1130 / 262 = \mathbf{4,31 \text{ kWh}}$$

$$Q_{sdD} = \varepsilon \times \Sigma A_{iD} \times g_D \times Q_{TOTD} = 0,5 \times 82,8 \times 0,50 \times 400 = 8280 \text{ kWh/a}$$

$$E_{sdD} = Q_{sdD} / A = 8280 / 262 = \mathbf{31,60 \text{ kWh}}$$

Fajlagos hővesztési tényezőre vonatkozó követelmény:

nettó alapterület: 262 m²

homlokzat: üveg: 188,2 m²
tömör: 84,75 m²
ΣA = 272,95 m²

fűtött térfogat: V = 864,6 m³

Σlehelő felület: A = 834,95 m²

$$\Sigma A / V = 0,96$$

$$q_m = 0,05143 + 0,2296 (\Sigma A / V) = 0,19 \text{ W/m}^3\text{K}$$

$$q = 1/V (\Sigma A \times U_R + \Sigma l\Psi - (Q_{sd}/72)) = 1/864,6 \times (319 + 9,03 - (8280/72)) = \mathbf{0,21 \text{ W/m}^3\text{K}}$$

< 0,26 MEGFELEL

4.6.3. Összesített energetikai jellemző: E [kWh/m²a]

Jelen dokumentációban az összesített energetikai jellemző számítás végeredményét mutatom be, az eljárás bonyolultságára hivatkozva (részletes számítás mellékelve a gépészeti műleírásban).

Összesített energetikai jellemző meghatározása:

$$E_{P,mér} = 38,95 + 6,97 + 6,23 + 9,33 + 19,25 = 80,73 \text{ kWh/m}^2$$

$$E_p = E_F + E_{HMV} + E_{LT} + E_{hű} + E_{vil} - E_{ren} \text{ [kWh/m}^2\text{]}$$

$$E_p = 47,32 \text{ kWh/m}^2 > 59\%$$

Minősítés: **AA+**

4.7. Tűzvédelem

Vitorlás klub és tároló:

Kockázati osztály meghatározása az 54/2014 (XII.5.) BM rendelet 1. melléklete szerint:

A kockázati egység legfelső építményszintjének szintmagassága (+7,00 m alatti) alapján: **NAK**

A kockázati egységek legnagyobb befogadóképességű helyisége (<50 fő) alapján: **NAK**

A benntartózkodók menekülési képességei (segítséggel menekülnek) alapján: **NAK**

A gépészeti helyiségben tűzveszélyes és nem tűzveszélyes osztályba tartozó anyagokat és ilyen anyagból készített termékeket, tárgyakat tárolnak; a csomagolás tűzvédelmi jellemzőitől függetlenül, és tárolóhelyiségenként legfeljebb 100 l/kg mennyiségű robbanásveszélyes anyag lehetséges: **NAK**

A mértékadó **NAK** kockázati osztálynak megfelelő, az építményszerkezetek tűzvédelmi osztályára és tűzállóságjelzősértményére vonatkozó követelmények az 54/2014 (XII.5.) BM rendelet 2. melléklete szerint:

Teherhordó pillérek és merevítéseik: D REI 15

- 15/15 rétegragasztott fa pillér: D – égéskésleltető szerrel való kezeléssel (lásd: 5.7.2. *Szerkezeti faanyag védelme* c. pont)

Tetőfödém tartószerkezete, merevítéseik: D REI 15

- 10/15 rétegragasztott fa szarufák: D – égéskésleltető szerrel való kezeléssel

- 5/15 rétegragasztott fa fióktartók: D – égéskésleltető szerrel való kezeléssel

Tetőfödém térelhatároló szerkezet: D REI 15

Menekülési útvonalon padlóburkolat: Dfl-s1

Menekülési útvonalon álmennyezet, mennyezetburkolat: D-s1, d0

Hő- és hangszigetelés, burkolat nélkül vagy burkolat mögött: B-s1, d0

A beépített tűzjelző és tűzoltó berendezések szabályai:

Az épületegyüttes tűzoltó gépjárművekkel megközelíthető a Rijeka utcáról, illetve a Vermes Lajos sétányról. Tűzoltási felvonulási terület, illetve mentési pont kialakítása nem kötelező. A létesítményben nem szükséges tűzcsapokat kiépíteni. Az oltóvizet a 200 m-en belül megtalálható tó biztosítja. A vészkijáratok és menekülő útvonalak jól látható biztonsági jelekkel vannak ellátva. Az elektromos hálózatot szakaszosan kell kiépíteni, hogy tűz esetén le lehessen kapcsolni őket külön-külön.

4.8. Légállapot és páratechnikai követelmények

Vitorlás klub:

A belső fűtött tér hőmérséklete és légnedvessége a helyiségek rendeltetésének függvénye. A belső állandó hőmérséklet 20-24 °C, 65% relatív páratartalom mellett. A pára lecsapódását a szerkezetben gátolni kell. Az épületek nincsenek kitéve fokozott páratechnikai terhelésnek.

4.9. Használói követelmények

Vitorlás klub:

Az edzőterem, a multifunkciós terem, az iroda, az előtér, és a közlekedő szellőztetése természetes szellőzéssel történik, illetve a nyílászárókon elhelyezett beszellőztető készülékkel. A vizesblokkok és az öltöző mesterséges szellőztetésű. A légtechnika helye a gépészeti helyiségben biztosított.

4.8. Faanyagvédelem

Vitorlás klub és tároló:

OTSZ 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet:

„A legfeljebb 4 szintes, NAK vagy AK mértékadó kockázati osztályba tartozó épületek tartószerkezete létesíthető az elvárt tűzállósági teljesítménynek megfelelő faanyagú szerkezetből, ha annak tűzvédelmi osztálya legalább D-s2, d0, és a szerkezeti kapcsolatok elvárt tűzállósági teljesítményét biztosítják.”

A farontógombák elleni védelem, a farontó rovarok elleni kezelés elősegíti a tűzgátlás és égéskésleltetést is.

5. A tervezett épületek szerkezeti elemzése

5.1. Alapozás

Vitorlás klub:

Az épületek alatt 50 cm magas, 60 cm széles beton sávalap készül, mely kiásott alapgödörbe, földpartok közé kerül. Az alapozás alsó síkja a fagyhatárhoz (-1,00 m) igazodik. A beton sávlapon egy sor, 30 cm

vastag kibetonozott zsalukő lábazati fal készül, mely a hegesztett acél hálóval erősített vasalt aljzatot fogadja. Mindegyik új épület alapincézetlen.

Vitorlás tároló:

A víz fellett álló épület terheit 30 cm átmérőjű vörösfenyő oszlopok továbbítják a teherbíró altalajra. Ezekre közvetlenül a 20/30 cm-es rétegelt-ragasztott főtartó gerendák kerülnek. A főtartók síkjában helyezkednek el a 10/20 cm-es rétegelt-ragasztott fióktartók, melyek a vörösfenyő deszkából készült burkolati réteg aljzatát is adják.

5.2. Külső teherhordó fal

Vitorlás klub:

Az épület felmenő szerkezetét 15/15 cm-es fűrészelt fa oszlopok tartják. Az oszlopok alsó rögzítése 5/15 cm-es, a zsalukő lábazati falhoz tőcsavarokkal lefogatott teherelosztó fa pallóhoz acél szegező lemezekkel történik. A rétegesen szerelt rétegrend felépítésének általános elve, hogy a hőszigetelés kétrétegű, így a hierarchikus felépítésű faszerkezet hőhídhátása csökken. Az oszlopváz közé természetes alapanyagú farost hőszigetelés kerül. Az a falvázra kívülről 5/10 cm keresztmetszetű, vízszintes pallóváz készül, melyek közé további 10 cm farost hőszigetelés szorítható. Erre a vázra tűzőkapoccsal rögzíthető ideiglenesen a homlokzati szél- és csapadékszáró fólia, melyet a függőleges ellenlécezés szorít a falszerkezethez, ami egyben az átszellőző légrés keresztmetszetét biztosítja. A függőleges osztású lécburkolat hátszerkezetét vízszintes szerelő lécváz adja. A belső oldalon 5 cm-es szerelőréteg létesül, mely az elektromos - illetve vizes vezetékezésnek ad helyet. Helyenként $\Phi 20$ acélsodrony merevítőpászma segíti a szerkezet merevségét.

Vitorlás tároló:

A vitorlás tároló 15/15 cm-es fa oszlopai 5/15 cm-es talp-pallón állnak. Közéjük 5/15 cm vízszintes faváz kerül, amelyre a függőleges vörösfenyő lécburkolatot helyezik. Helyenként $\Phi 20$ acélsodrony merevítőpászma segíti a szerkezet merevségét.

5.3. Függönyfal

Vitorlás klub:

A homlokzati üvegfelület 50 mm széles, rétegelt ragasztott fa bordavázú, 3 rétegű, szorítóprofillal rögzített üvegezésű függönyfalból kerül kialakításra. A függőleges teherhordó lizénák rögzítése a talpszelemen alatt fix (csuklós-körfuratos), a lábazatnál függőleges irányban csúszó kapcsolatú (görgős-oválfuratos) rögzítőelemmel történik. A hőszigetelő üvegtáblákat a fa tartókhoz a rétegelt-ragasztott fa oszlopokba gyárilag rögzített acél rátétprofilon keresztül kell beszorítani. A függönyfal beépítése a belső oldalon folytonosan körbefutó, öntapadó, párazáró szalaggal -, a külső oldalon a szél- és csapadékszárás EPDM membránnal -, a kettő között hőszigetelés kitöltéssel egészül ki.

Árnyékoló rendszer: Az üvegezett homlokzat előtt eltolható táblás árnyékolószerkezet készül két eltérő síkban: a külső síkon helyezkednek el a fix pozíciójú táblák. Ezek mögött kerülnek beépítésre az oldalirányban eltolható táblák, melyek alul-felül sínes megvezetéssel rendelkeznek. A mozgó táblák

akadálytalan működtetése érdekében a fix- és mozgó táblákat egyaránt az alsó – ill. felső peremük mentén lehet rögzíteni. A nagy szerkezeti magasság miatt az árnyékoló táblákat kellően merev acél keretszerkezettel kell ellátni a használatból és a szél torlónyomásából adódó igénybevételek felvételére.

5.4. Fedélszerkezet

Vitorlás klub:

A 10/15 cm-es rétegelt-ragasztott szarufákon 5/15-ös fióktartók közé kerül 15 cm vastag farost hőszigetelés. A belső oldali lég- és párazáró fólia a fióktartók elhelyezése előtt, a szarufák felett ideiglenesen lazán megfeszítve kerül elhelyezésre, majd a fióktartók rögzítése után alulról kerül elburkolásra. A fióktartókra merőlegesen 5/10 cm-es pallóváz készül, melyek közé a kiegészítő farost hőszigetelést helyezik. A tetőszerkezetet 2 cm vastag rétegelt lemez fedi le, amely a csapadékvíz szigetelés teljes felületű aljzataként szolgál. A hideg bitumenmáz felületalapozást követően elkészül a tető fedését is adó két rétegű modifikált bitumenes csapadékvíz szigetelés. A szigetelés alsó rétege az aljzat nyílt lánggra való érzékenysége miatt hidegen öntapadó, modifikált bitumenes vastaglemezből készül, míg felső rétege már lángolvasztással, az alsó réteghez teljes felületű hegesztéssel kerül beépítésre. A tetőszerkezet belső, mennyezeti burkolata 1,5 cm vastag rétegelt lemezből készül.

Vitorlás tároló:

A 10/15 cm-es rétegelt-ragasztott szarufákon az 5/15 cm-es fióktartókat 2 cm vastag rétegelt lemezzel fedik le. A tároló tetőszerkezetének fedése (csapadékvíz elleni szigetelése) megegyezik a vitorlás klub szerkezeti felépítésével.

5.5. Padlószervezetek

Vitorlás klub:

A 10 cm vasalt aljzaton egy rétegű, modifikált bitumenes vastaglemez szigetelés készül, lángolvasztással ragasztva. A talajnedvesség elleni szigetelésre fektetett hőszigetelés szintén farost hőszigetelő lemezből készül (lépésálló gyártmány). A hőszigetelés feletti gépészeti vezetékek installációs rétegeként kis szemcseméretű (1-4 mm) agyagkavics feltöltés készül 10 cm vastagságban, melyre két rétegben, feles eltolásban fektetett gipszrost építőlemez szárazaljzat kerül. A szárazaljzat alkalmas a multifunkciós teremben lévő, ragasztott hajópadló burkolat -, és a vizes helyiségekbe kerülő szigetelő burkolati rendszer (bevonatszigetelés + ragasztott kerámia burkolat) fogadására is.

Vitorlás tároló:

A víz fellett álló épület padlóburkolata az esetleges felcsobbanó vízterhelést figyelembe véve, nagy tömörségű vörösfenyő deszkaburkolat, mely ellenálló a faanyag nedvességtartalom-változásából adódó duzzadás-kiszáradás ciklusok ismétlődő igénybevételeivel szemben.

5.6. Válaszfalak

Vitorlás klub és tároló:

Az általános helyiségek válaszfalainak tartóvázát 5/7,5 cm fűrészelt fa falvázoszlopok alkotják, melyek közé 5 cm vastag farost hőszigetelés kitöltés kerül, két oldalt 1-1 réteg rétegelt lemez borítást kapnak. A vizes helyiségek a fokozott nedvesség- és páratartalmat figyelembevéve horganyzott acél CW bordavázú válaszfalakkal készülnek, és 2x2 réteg impregnált gipszkarton építőlemez burkolatot kapnak.

5.7. Faanyagvédelem és égéskésleltetés

5.7.1. Fa homlokzatburkolat

A fa deszkákat beépítés előtt színtelen ANTI-FUNGI PLUS 200 g/m², áztatással védik rovarkár és gombakár ellen. Ez a pácvédelem használható olyan szerkezeteknél, ahol a beépített állapotban nedvesség, vagy szélsőséges időjárási és pára viszonyoknak van kitéve.

Rovar és gombakár elleni kezelés után a deszkákat LIGNOTOL égéskésleltető szerrel vonják be (B éghetőségi osztály, s1 = közepes füstképződési fokozat, d0 = nincs égve csepegés) mely hőre habosodó bevonat. A tűzvédelmi javítás mellett ez a réteg védi a faanyagvédő-szerrel kezelt felületeket is.

5.7.2. Szerkezeti faanyag védelme

Mivel bizonyos részeken a szerkezeti faanyag kültérbe kerül, ahol nem biztosítható, hogy a faanyagot építkezés közben vagy a kész szerkezetben nem éri nedvesség, a pallókat is színtelen ANTI-FUNGI PLUS 200 g/m², áztatással védik rovarkár és gombakár ellen. Rovar és gombakár elleni kezelés után a deszkákat LIGNOTOL égéskésleltető szerrel vonják be (B éghetőségi osztály, s1 = közepes füstképződési fokozat, d0 = nincs égve csepegés) mely hőre habosodó bevonat. A tűzvédelmi javítás mellett ez a réteg védi a faanyagvédő-szerrel kezelt felületeket is.

6. Rétegrendek

R1_vitorlás klub

R2_vitorlás tároló

R3_meglévő épület

R1_1 favázás homlokzati fal

2,4 cm függőleges irányú faburkolat

5 cm 5/5 cm vízszintes szerelő lécváz

10 cm átszellőztetett légrés, közte 10/5 cm függőleges ellenlécezés

1 rtg. szél- és csapadékzáró homlokzati fólia, legalább 20 cm-es átlapolásokkal toldva

10 cm farost hőszigetelés, 5/10 cm vízszintes pallóváz közé befeszítve

15 cm farost hőszigetelés, közte 5/15 cm fűrészelt fa falváz oszlopok

1,5 cm OSB építőlemez burkolat

1 rtg. lég- és párazáró fólia, öntapadó szalaggal felületfolytonosítva

- 5 cm installációs réteg
- 1,5 cm fa rétegelt lemez belső burkolat

R1_2 favázás homlokzati fal vizesblokknál

- 2,4 cm függőleges irányú szélezetlen faburkolat
- 5 cm 5/5 cm vízszintes szerelő lécváz
- 10 cm átszellőztetett légrés, közte 10/5 cm függőleges ellenlécezés
- 1 rtg. szél- és csapadékszáró homlokzati fólia, legalább 20 cm-es átlapolásokkal toldva
- 10 cm farost hőszigetelés, 5/10 cm vízszintes pallóváz közé befejezve
- 15 cm farost hőszigetelés, közte 5/15 cm fűrészelt fa falváz oszlopok
- 1,5 cm OSB építőlemez burkolat
- 1 rtg. lég- és párazáró fólia, öntapadó szalaggal felületfolytonosítva
- 5 cm installációs réteg, közte vízszintes fa burkolattartó váz
- 2,5 cm 2x1,25 cm vastag, vizes térben alkalmazható gipszrost építőlemez burkolat
- 2 mm kétkomponensű, műanyaggal módosított cementbázisú használati víz elleni bevonatszigetelés, a vizes berendezéseknek megfelelő felvezetési magassággal (lábazaton min. 20 cm)
- 3 mm cementkötésű ragasztóhabarcs
- 7 mm kerámia burkolat

R1_3 kis hajlású tető

- 1 rtg. legalább 4 mm vastag, poliészter fátyol hordozórétegű, palazúzalékos modifikált bitumenes vastaglemez csapadékvíz elleni szigetelés, az alsó réteghez teljes felületén lángolvasztással hegesztve
- 1 rtg. legalább 4 mm vastag, üvegfátyol hordozórétegű, öntapadó modifikált bitumenes vastaglemez csapadékvíz elleni szigetelés, az aljzathoz teljes felületen ragasztva
- 1 rtg. hideg bitumenmáz kellősítés
- 2 cm rétegelt lemez, csavarozással rögzítve
- 10 cm farost kiegészítő hőszigetelés, közte 5/10 cm fűrészelt fa pallóváz
- 15 cm farost hőszigetelés, közte 5/15 cm égéskéslelettel kezelt, fűrészelt fa fióktartók
- 1 rtg. lég- és párazáró fólia, öntapadó szalaggal felületfolytonosítva
- 1,5 cm rétegelt lemez belső oldali burkolat
- 15 cm látszó szaruzat, tartószerkezeti tervek szerint

R1_4 talajon fekvő padló általános helyiségben

- 2,2 cm csaphornyos hajópadló, ragasztással rögzítve
- 2,5 cm 2x1,25 cm gipszrost építőlemez szárazaljzat
- 10 cm 1-4 mm szemcseméretű duzzasztott agyagkavics szárazfeltöltés, gépészeti vezetékek installációs rétege
- 15 cm lépésálló farost hőszigetelő lemez
- 1 rtg. legalább 4 mm vastag, poliészterfátyol hordozórétegű, SBS modifikálású bitumenes vastaglemez talajnedvesség elleni szigetelés, teljes felületen lángolvasztással ragasztva
- 1 rtg. hideg bitumenmáz kellősítés
- 10 cm vasalt aljzat

20 cm legalább 95%-ra tömörített homokos kavicsréteg
- termett talaj

R1_5 talajon fekvő padló vizes helyiségekben

7 mm csúszásmentes greslap burkolat
3 mm cementkötésű ragasztóhabarcs
2 mm kétkomponensű, műanyaggal módosított cementbázisú használati víz elleni bevonatszigetelés, a vizes berendezéseknek megfelelő felvezetési magassággal (általános lábazon min. 20 cm)
2,5 cm 2x1,25 cm gipszrost építőlemez szárazaljazat
10 cm 1-4 mm szemcseméretű duzzasztott agyagkavics szárazfeltöltés, gépészeti vezetékek installációs rétege
15 cm lépésálló farost hőszigetelő lemez
1 rtg. legalább 4 mm vastag, poliészterfátyol hordozórétegű, SBS modifikálású bitumenes vastaglemez talajnedvesség elleni szigetelés, teljes felületen lángolvasztással ragasztva
1 rtg. hideg bitumenmáz kellősítés
10 cm vasalt aljzat
20 cm legalább 95%-ra tömörített homokos kavicsréteg
- termett talaj

R1_6 talajon fekvő padló edzőteremnél

20 mm csúszásmentes, ütésálló gumiórlemény lap
2,5 cm 2x1,25 cm gipszrost építőlemez szárazaljazat
10 cm 1-4 mm szemcseméretű duzzasztott agyagkavics szárazfeltöltés, gépészeti vezetékek installációs rétege
15 cm lépésálló farost hőszigetelő lemez
1 rtg. legalább 4 mm vastag, poliészterfátyol hordozórétegű, SBS modifikálású bitumenes vastaglemez talajnedvesség elleni szigetelés, teljes felületen lángolvasztással ragasztva
1 rtg. hideg bitumenmáz kellősítés
10 cm vasalt aljzat
20 cm legalább 95%-ra tömörített homokos kavicsréteg
- termett talaj

R1_7 favázás válaszfal

1,5 cm rétegelt lemez belső oldali burkolat
7,5 cm 5/7,5 cm fűrészelt fa falváz, 5 cm vastag farost hőszigetelés kitöltéssel
1,5 cm rétegelt lemez belső oldali burkolat

R1_8 szerelt válaszfal vizes helyiségek között

7 mm kerámia burkolat
3 mm cementkötésű ragasztóhabarcs

- 2 mm kétkomponensű, műanyaggal módosított cementbázisú használati víz elleni bevonatszigetelés, a vizes berendezéseknek megfelelő felvezetési magassággal (lábazaton min. 20 cm)
- 2,5 cm 2x1,25 cm vastag, vizes térben alkalmazható gipszrost építőlemez burkolat
- 7,5 cm horganyzott acél CW profilváz, közte 5 cm vastag farost hőszigetelés kitöltés
- 2,5 cm 2x1,25 cm vastag, vizes térben alkalmazható gipszrost építőlemez burkolat
- 2 mm kétkomponensű, műanyaggal módosított cementbázisú használati víz elleni bevonatszigetelés, a vizes berendezéseknek megfelelő felvezetési magassággal (lábazaton min. 20 cm)
- 3 mm cementkötésű ragasztóhabarcs
- 7 mm kerámia burkolat

R2_1 favázas homlokzati fal

- 2,4 cm függőleges irányú faburkolat
- 5 cm 5/15 cm fűrészelt fa vízszintes pallóváz
- 10 cm 10/10 cm fűrészelt fa oszlopváz

R2_2 kis hajlású tető

- 1 rtg. legalább 4 mm vastag, poliészter fátyol hordozórétegű, palazúzalékos modifikált bitumenes vastaglemez csapadékvíz elleni szigetelés, az alsó réteghez teljes felületén lángolvasztással hegesztve
- 1 rtg. legalább 4 mm vastag, üvegfátyol hordozórétegű, öntapadó modifikált bitumenes vastaglemez csapadékvíz elleni szigetelés, az aljzathoz teljes felületen ragasztva
- 1 rtg. hideg bitumenmáz kellősítés
- 2 cm rétegelt lemez, csavarozással rögzítve
- 15 cm látszó szaruzat

R2_3 cölöpváz feletti padló

- 2,4 cm vörösfenyő deszkázat
- 20 cm rétegelt-ragasztott fióktartók, acél rögzítőpapucsba ültetve
- 30 cm rétegelt-ragasztott gerenda
- Ø30 vörösfenyő

R3_1 meglévő homlokzati fal

- 3,5 cm WTA minősítésű, többrétegű felújító-szárító vakolatrendszer (sótároló alapvakolat+tapadóhíd+ásványi javítóvakolat)
- 40 cm meglévő kisméretű téglafalazat
- 0,5 cm belsőoldali hőszigetelés rendszersaját ragasztóhabarcsa
- 5 cm kapilláraktív, páragazdálkodó ásványi hőszigetelő lap
- 3,5 cm WTA minősítésű, többrétegű felújító-szárító vakolatrendszer (sótároló alapvakolat+tapadóhíd+ásványi javítóvakolat)

R3_2 új fedélszék

- 1 rtg oldalhornyolt cserépfedés
- 3 cm 3/5 cseréplécezés
- 5 cm 5/5 ellenlécezés
- 1 rtg. szélzáró, páraáteresztő alátétfólia
- 10 cm 10/15 szarufa

R3_3 új fedélszék, hőszigetelt

- 1 rtg oldalhornyolt cserépfedés
- 3 cm 3/5 cseréplécezés
- 5 cm 5/5 ellenlécezés
- 1 rtg. szélzáró, páraáteresztő alátétfólia
- 10 cm farost hőszigetelés, közte 10/15 szaruzat
- 1 rtg. lég- és párazáró fólia
- 5 cm légrés
- 1,5 mm rétegelt lemez burkolat

R3_4 meglévő födémszerkezet

- 20 cm farost hőszigetelés
- 1 rtg. lég- és párazáró fólia
- 1,5 cm OSB építőlemez burkolat
- 18 cm meglévő-megmaradó fűrészelt fa gerendák (10/18 cm)
- 2,4 cm meglévő-megmaradó mennyezeti deszkaburkolat

R3_5 új födémszerkezet

- 20 cm farost hőszigetelés
- 1 rtg. lég- és párazáró fólia
- 1,5 cm OSB építőlemez burkolat
- 18 cm új fűrészelt fa gerendák (10/18 cm), égéskésleltetővel és gombásodást gátló anyaggal kezelve
- 1,5 mm farostlemez burkolat

R3_6 felújított talajon fekvő padló

- 2 cm csiszolt mészkő burkolat
- 0,5 cm cementkötésű ragasztóhabarcs
- 2,5 cm 2x1,25 cm gipszrost építőlemez szárazaljat
- 10 cm 1-4 mm szemcseméretű duzzasztott agyagkavics szárazfeltöltés, gépészeti vezetékek installációs rétege
- 15 cm lépésálló farost hőszigetelő lemez
- 1 rtg. legalább 4 mm vastag, poliészterfátyol hordozórétegű, SBS modifikálású bitumenes vastaglemez talajnedvesség elleni szigetelés, teljes felületen lángolvasztással ragasztva
- 1 rtg. hideg bitumenmáz kellősítés

10 cm vasalt aljzat

20 cm legalább 95%-ra tömörített homokos kavicsréteg

- termett talaj