

FOGHÍJBEÉPÍTÉSES MÉLYPINCE

Teljes szárazsági igénnyel, fűtött belső terekkel

A többszintes mélypincéket többnyire a vízzáró alapkőzetbe bekötött, vízzáró vasbeton résfalakkal határolva, a beszivárgó talajvizet nyílt víztartással eltávolítva védik meg a nedvességhatástól. Új kihívást jelent, amikor a mélypince belső terei fűtöttek, és teljes szárazságot kívánnak. Biztosít-e teljes szárazságot a nyílt víztartás? A vízszigetelés megválasztásánál milyen szempontokat érdemes mérlegelni? Hová helyezzük a hőszigetelést? Ezekre a kérdésekre ad választ az írás egy konkrét tervezési feladat kapcsán.

1. Problémafelvetés

Egy belvárosi foghíjtelekre épülő konkrét sportlétesítmény tervezése kapcsán merültek fel a következő problémák:

a). A teljes szárazságiigényű belső terek valóban csak „vízszigeteléssel” biztosíthatók-e? Vagy a résfalas technológia és az ún. nyílt víztartás (+ általában vízzáró vasbeton alaplemez és körítőfalak, + duzzadó munkahézag tömítések) alkalmazása garantálja a gyakorlatban a teljes szárazságot? A résfalas munkatér-lehatárolásnak adott körülmények között nem volt alternatívája. A 19×34 m-es foghíjat három oldalról épületek határolják, negyedik oldalán utca van. A lemezalap alsó síkja -17,60 m-en van. A mértékadó talajvízszint a felszín alatt 2,64 m mélységben van.

b). A térszín alatti terek fűtöttek, ezért a külső térelhatároló falak hőszigetelését meg kellett oldani.

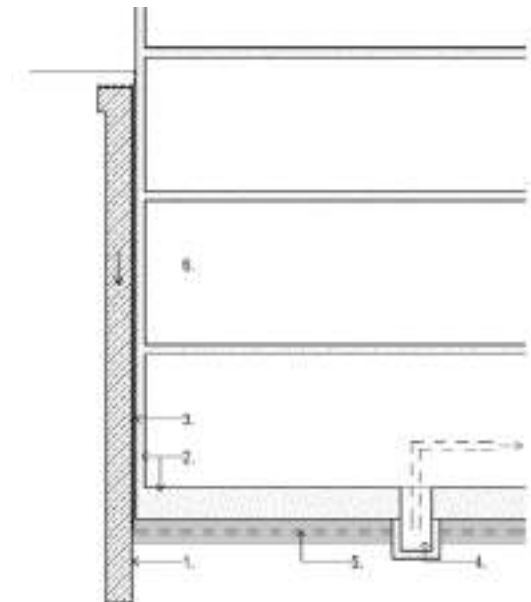
c). A szűk telekméret miatt relatív vékony szélső falakra (25 cm) volt lehetőség. A határoló falakat megtámasztó födémek viszonylag nagy távolsága (3,5 illetve 7 m) miatt nem volt megengedhető, hogy mértékadó vízállásnál 15 m vízoszlopnymomás nehezedjen a szerkezetre. Ez szükségessé tette a nyílt víztartás alkalmazását. (lásd 1. ábra)

Épületszerkezeti tervezőként azt a választ adtam, hogy a vízszigetelés elhagyása veszélyeztetné a teljes szárazsági követelmény teljesülését, ezért a vízszigetelő réteg elkészítéséhez ragaszkodtam. Nincs publikus adat arra vonatkozóan, milyen szárazsági követelményt teljesítenek a nyílt víztartással megépített résfalas-bélésfalas épületek.

A résfalon belül tehát felületszivárgót, hőszigetelést és vízszigetelést egyaránt kellett tervezni. A keskeny telek miatt (cca 19 m!), amiből a résfalak (2×60 cm) és a részvezető gerendák (2×20 cm) 1,6 m szélességet elvesznek, nem jöhetett szóba szigetelést tartó falak készítése. Ezek további 2×25 cm-rel szűkítették volna a hasznos belső teret (lásd 2. ábra). A résfal és a vasbeton bélésfal között kellett a lehető legkisebb rétegrendi vastagsággal megoldást találni a nyílt víztartás szivárgója, a hőszigetelés és a vízszigetelés számára. Ilyen rétegfelépítés megvalósítására nem ismerek hazai példát. Számos megvalósult épületpélda van felületszivárgó beépítésével, és az alaplemez alá készített drén segítségével kialakított nyílt víztartásra, de a hőszigetelés és vízszigetelés ezzel egyidejű alkalmazására nincs. [2], [3], [4], [5].

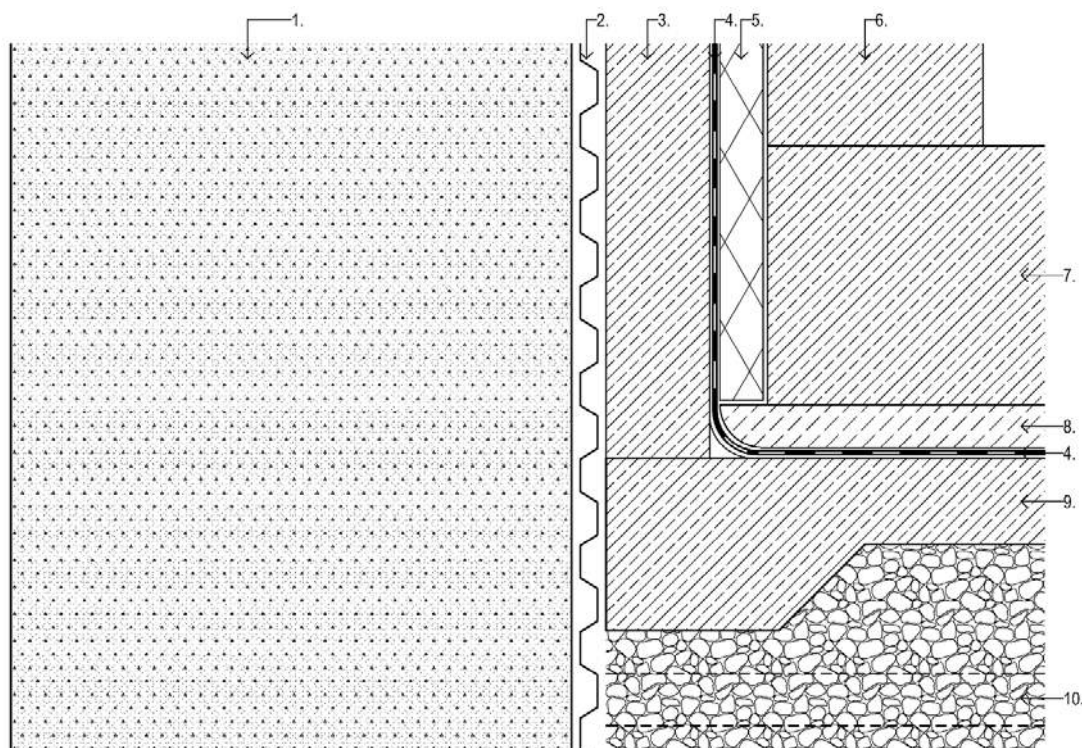
2. A vízszigetelés technológiájának megválasztása

Adott esetben az épület tartószerkezete -2,30 m magasságban rátámaszkodik a résfalakra, azonban amíg a -17,60 m alapozási síktól eléri ezt a magasságot a vasbeton szerkezet, közben függőleges elmozdulásokra kell számítani. Ezek az elmozdulások kizárják ragasztott vízszigetelési technológia alkalmazását. Ragasztott vízszigetelés számára nem áll rendelkezésre aljzat, és a fent említett okból szigetelést tartó fal létesítésére nincs lehetőség. A függőleges felületek vízszigetelését befüggesztett műanyag lemezzel lehet elkészíteni olyankor, amikor nincs lehetőség ragasztott technológia alkalmazására. A befüggesztést ideiglenes jelleggel, szintmagasságú felületeken szabad elkészíteni, és az adott szint vasbeton



1. ábra A nyílt víztartás sémája.

Jelmagyarázat: 1. Vízzáró vasbeton résfal
vízzáró alaptalajba bekötve; 2. Vízzáró vasbeton alaplemez és bélésfal;
3. Felületszivárgó; 4. Akna szivattyúval;
5. Paplanszivárgó vagy dréncsövek;
6. Résfalon beszivárgó víz útja



2. ábra Szigetelést tartó fal és nyílt víztartás együttes alkalmazásának elvi ábrája.

Jelmagyarázat: 1. Vízáró vasbeton résfal vízáró alaptalajba bekötve; 2. Felületszivargó; 3. Szigetelést tartó fal; 4. Vízszigetelés; 5. Hőszigetelés; 6. Vasbeton bélésfal; 7. Vasbeton alaplemez; 8. Szigetelést védő beton; 9. Vasalt aljzatbeton; 10. Paplanszivargó vagy dréncsövek

falának, valamint földemének megépítése után meg kell szüntetni a résfal és a vízszigetelés közötti kapcsolatot, nehogy a függőleges elmozdulások meghibásodásokat okozzanak a szigetelésben. Befüggesztett szigetelés műanyag lemezből lehet készíteni. Nagy odafigyeléssel kell a vasbeton szerkezetet építeni, hogy a vékony szigetelés meg ne sérüljön közben. Két technológia terjedt el: szakaszoló szalagokkal és injektáló csövekkel kivitelezett PVC szigetelés; illetőleg a vasbeton szerkezetre visszatapadó műanyag lemezből készült szigetelés.

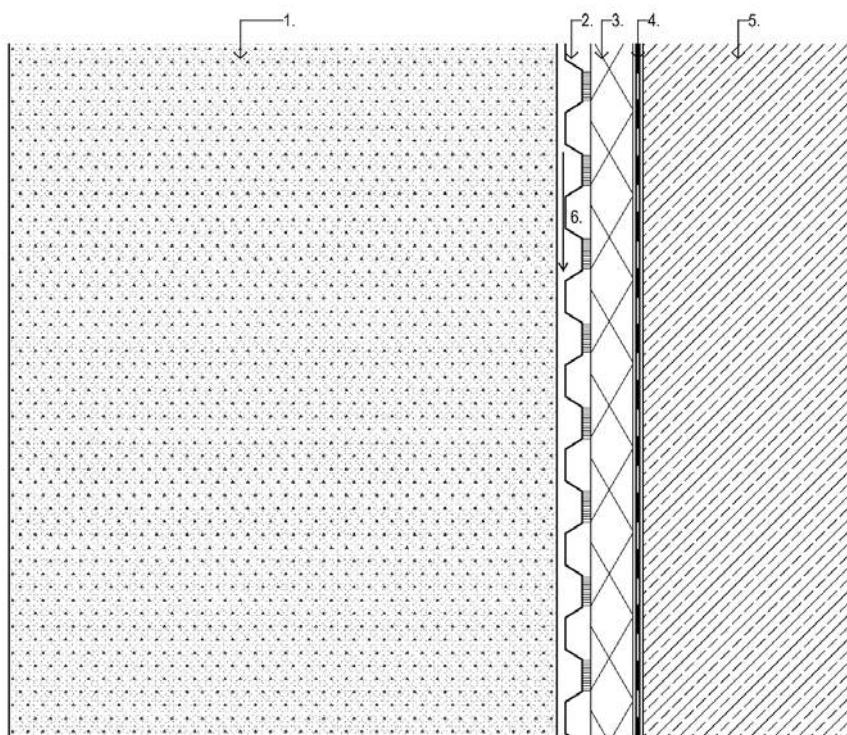
A vízszigetelést a vasbeton szerkezetre visszatapadó műanyag lemezből tartottam célszerűnek, ugyanis ezzel kisebb a valószínűsége annak, hogy egy hiba, vagy meghibásodás esetén a víz a bélésfal mögött áramoljon (laterális áramlás), ami a probléma lokalizálását és a beázás elhárítását jelentősen nehezíti. Egy a BMGE Épületszerkeztani Tanszéken készült tudományos diákköri dolgozat kapcsán végzett mérésorozat igazolta ezeket a megfontolásokat. A mérések bizonyítják, hogy a vízszigetelésen keletkező sérülések káros következményei kisebbek a visszatapadó rendszerek esetén, mint a hagyományos technológiáknál. [1]

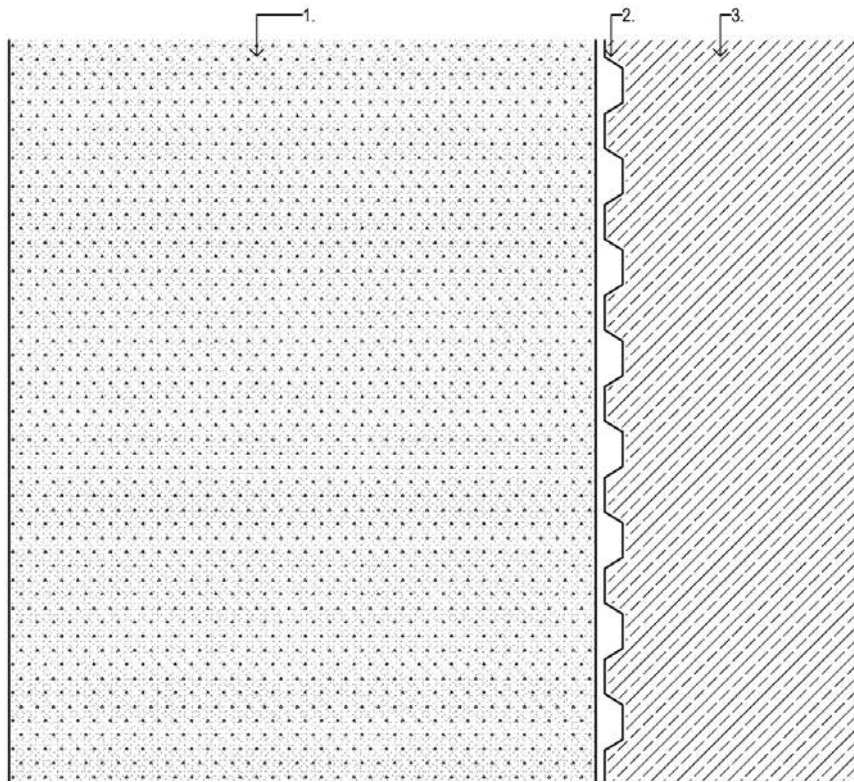
A hőszigetelés pozíciója ezek után meghatározott lett: a felületszivargó és a vízszigetelés közötti helyzet. Amennyiben a hőszigetelést a vízszigetelésen belülré helyezzük, a visszatapadó szigetelőanyag alkalmazása értelmét veszítené. A hőszigetelés anyaga XPS hab. Ismert, hogy a hőszigetelő képesség romlik, amennyiben a hab vízbe merül. Részben a víz áramlása, részben pedig a habanyag vízfelvétele okozza ilyenkor a teljesítmény romlását. Adott esetben azonban – feltételezve, hogy a

drénrendszer jól működik – nem következhet be, hogy a hőszigetelés vízbe kerül, sőt a szivargó vízzel sem érintkezik közvetlenül. Ezért a hőszigetelő képességet csökkentő körülményekre nem kell számítani. Mérnöki érzék alapján a résfalon belül a felületszivargóban megjelenő víz áramlásának hűtő hatása nem jelentős, erre vonatkozó vizsgálatok nem ismertek (3. ábra). A hőszigetelő réteget ragasztással vagy mechanikai rögzítéssel lehet elméletileg beépíteni. A mechanikai rögzítést azért vetettem el, mert a vasbeton szerkezet résfalakhoz képesti el-

3. ábra A fal rétegfelépítésének elve.

Jelmagyarázat: 1. Vízáró vasbeton résfal a vízáró alaptalajba bekötve; 2. HDPE anyagú felületszivargó lemez mechanikai rögzítéssel a résfalra erősítve; 3. XPS hőszigetelő hab poliuretán ragasztóval a felületszivargóra rögzítve; 4. Visszatapadó műanyag vízszigetelés, ideiglenesen a résfalra függesztve; 5. Vasbeton bélésfal; 6. A résfalon átszivargó víz útja





4. ábra A HDPE anyagú felületszivargó szokásos beépítési helyzete nyílt víztartásos építmények falán. Jelmagyarázat:
1. Vízáró vasbeton résfal a vízáró alaptalajba bekötve; 2. HDPE anyagú felületszivargó lemez a résfalra rögzítve; 3. Vasbeton bélésfal

mozdulása nem feltétlenül függőleges irányú, lehetséges az is, hogy „megbillen” egy kicsit a szerkezet, azaz vízszintes komponense is lehet a mozgásnak. A mechanikai rögzítés tárcsái, illetve a bennük lévő beütő szegek vagy csavarok a vízszigetelést megsérthetnék vízszintes elmozdulás esetén. Ezért a hőszigetelő lapok ragasztott rögzítése mellett döntöttem. Sokakban fenntartás van a helyszíni építőipari ragasztások tartós voltával kapcsolatban. A ragasztásnak ebben az esetben csak arra az időre kell tartani, amíg a vasbeton bélésfal egy szint magasságú része elkészül, a továbbiakban a hőszigetelést már a szerkezet megtámasztja, nem képes elmozdulni.

3. A teherátadás megoldása

A résfalas technológia sajátossága, hogy a bélésfalak és födémek elkészítését megelőző időszakban részben horgonyokkal, részben nagy átmérőjű acél csövekkel veszik fel a vízszintes erőket. A horgonyok feloldása, illetőleg az acél támasztócsövek eltávolítása után azonban a résfal a ránehezülő külső erőket átadja a vasbeton bélésfalnak, valamint a födémeknek. Kérdés, hogy a két vasbeton szerkezet közötti rétegek: a drénlemez, a hőszigetelés, vagy a vízszigetelés elviselik-e a fellépő erőhatásokat.

A résfal tervezőjétől kapott adatszolgáltatás szerint a legalsó horgonyoknál $0,385 \text{ N/mm}^2$, a legfelső horgonyoknál $0,215 \text{ N/mm}^2$ terhelést ad át a résfal.

Kérdés: Nem roppan-e össze a felületszivargó, és ezzel nem válik-e alkalmatlanná rendeltetése betöltésére?

Nem nyomódik-e össze a hőszigetelő réteg túlságosan?

A résfalon belül nyílt víztartással működő szerkezetekhez általánosan használt műanyag drénlemez teherbíró képessége $0,15 \text{ N/mm}^2$, azaz jóval kevesebb, mint a fellépő terhelés nagysága. Létezik különleges minőségű felületszivargó lemez, melyet hazánkban eddig nem alkalmaztak, azonban ennek a teherbíró képessége is „csak” $0,2 \text{ N/mm}^2$.

Az XPS 300 minőségű hőszigetelő anyag tartósan $0,13 \text{ N/mm}^2$ terhelésnek tehető ki, de a legerősebb XPS 700 minőségű hab is huzamosan „csak” $0,25 \text{ N/mm}^2$ terhet bír el (2%-os összenyomódáshoz tartozó terhelés).

A műanyag vízszigetelő lemezek nyomásra nagyobb terheket is képesek felvenni, mint a horgonyfejeknél számított értékek.

Hogyan válhatott be akkor a felületszivargó lemez számos nyílt víztartással működő résfalas-bélésfalas épület esetében? Ilyen nagyságú terhelést – vagy akár nagyobb is – a résfalak átadnak máshol is a bélésfalnak, illetve a födémnek.

A magyarázat az, hogy ott, ahol nincs sem vízszigetelés, sem hőszigetelés a résfal és a bélésfal között, ott a felületszivargót beton tölti ki, a bélésfal betonja. Ekkor nem roppanhat össze a szivargó szerkezete, hiszen két vasbeton szerkezet feszül egymásnak: a résfal és a bélésfal (lásd a 4. számú ábrán).

Esetünkben azonban nincs betonnal kitöltve a felületszivargó keresztmetszete, ezért várhatóan összenyomódik majd a terhelés hatására.

Felvetődött a lehetőség: lőttbeton technológiával kitölteni a drénlemez, és így a terhek felvételére alkalmassá tenni. Ez egy további réteg volna az egyébként is bonyolult szerkezeti felépítésben, ráadásul a műanyag drénlemezen – mivel nem nedvszívó – a beton lassan kötne meg. A lőttbeton felhordása ezen kívül nagy körülményt kívánna, nehogy a lövellt kavicszemcsék tönkretegyék a műanyag felületszivargót. További hátránya ennek az elképzelésnek, hogy a drénlemez számos helyen betonacél tüskék szúrnák át, amelyeket egy a torkréta kerülő hálós vasalás rögzítéséhez kellene beépíteni. Még ha sikerülne is a lőttbetont a drénlemezre felhordani, azzal csak a felületszivargó terhelhetőségének kérdését oldanánk meg, az XPS-hab túlterhelését nem csökkentené ez a plusz réteg.

Egy tervezési munka során nincs mód és idő laboratóriumi kísérleteket végezni és azok tapasztalatát alkalmazni a gyakorlatban. Ezenkívül a valós igénybevételek modellezése nem egyszerű feladat.

Abból a feltételezésből indultunk ki, hogy a nyomó igénybevételek túlnyomórészt a horgonyfejek helyén jelentkeznek majd azt követően, hogy a horgonyokat felengedték, valamint a támasztó csöveknél, azok eltávolí-

tását követően. Ezek a felületek kb. 60×60 cm kiterjedésűek. Úgy döntöttünk, hogy a felületszivárgót és a hőszigetelő réteget ezeken a felületeken elhagyjuk. Az így kialakuló hőhidak -3 m-en, illetve annál mélyebben helyezkednek el.

A terhek átadására azt a megoldást találtuk ki, hogy 60×60 cm-es felületeken (a horgonyfejeknél, illetve a csőtámaszoknál) kibetonozva a hőszigetelés vastagságában teherátadó beton felületeket alakítunk ki a résfalra tüskézéssel rögzített betonacél hálóval (lásd 5. ábra). Amennyiben helyes a feltételezésünk a teherátadás helyére nézve, akkor ezzel elérjük, hogy a köztes felületeken nem alakulnak ki olyan nyomóerők, amelyek a felületszivárgót vagy a hőszigetelést tönkreteszhetnék. A teherátadási pontok között ugyanis a 60 cm vastagságú résfal deformációja igen csekély, gyakorlatilag elhanyagolható mértékű.

Részletesebb tartószerkezeti modellezés adhatna választ arra a kérdésre, hol történik a teherátadás a résfalról a bélésfalra: a feszültségmentesített horgonyok és az elbontott csőtámaszok helyén vagy esetleg a földemek vonalában? Tekintettel arra, hogy a résfal tervezője sze-

továbbá a résfalra a fejgerendák felett a bélésszerkezet átterhelése elkészült. Ez a feltétele annak, hogy a csomópontban ne következzen be függőleges elmozdulás, ami a vízszigetelés számára kritikus igénybevételt jelentene. A horgonyoknál a bélésfalban megfelelő „ablakokat” kell kirekeszteni a betonban. Az ablakoknál történik meg a horgonyfej leszerelése, majd pedig a teherátadó beton felületek, „pogácsák” vasalása és kibetonozása. A betonnak a hőszigetelő lapok felületével síkot kell képezni azért, hogy a szigetelésre ható mechanikai igénybevételek a lehető legkisebbek legyenek. Ezt követi a vízszigetelés kiegészítése, majd pedig a bélésfalra lévő „ablak” bebetonozása. Ehhez a falban lévő vasalást előbb ki kell egészíteni, ugyanis a betonacél jelenléte lehetetlenné tenné a teherátadó felület, illetve a vízszigetelés elkészítését.

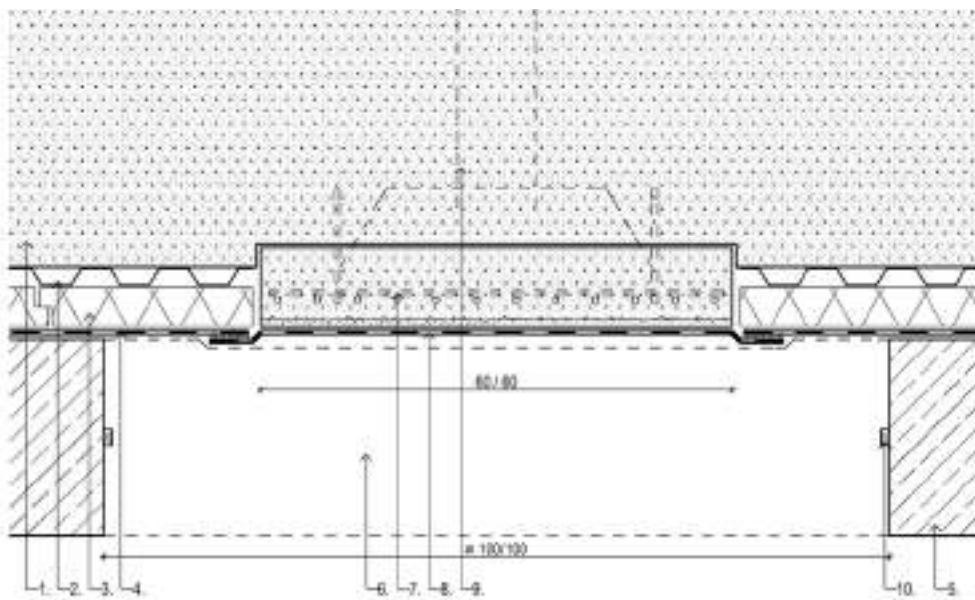
Összefoglalás

Egy teljes szárazsági igényű, fűtött belső terű, többszintes „mélypince” belvárosi, kisméretű foghíjtelken számos, eddig fel sem vetett műszaki kérdés elé állítja a szerkezettervezőket és a kivitelezőket. A nyílt víztartás-

Irodalom / References

- [1] Andriská, Heincz, Kovács, et al: „Mélyépítési szigetelések értékelemzése”, *Építőanyag*, Vol 67, No 2 (2015), pp 48–56.
- [2] Belezna, Éva: „Váci út – Áramlások és helyek tere: Építész: Paulinyi Gergely, Reith András”, *Metszet*, (október, 2017), pp 22–26.
- [3] Katona, Vilmos: „Trompe-l oeil: Építész: Kajdócsi Jenő”, *Metszet*, Vol 7, No 3 (2016/3), pp 18–25.
- [4] Ware-Nagy, Orsolya: „Kizöldült a Fehér Ház: Építész: Tima Zoltán”, *Metszet*, Vol 9, No 5 (2018/5), pp 12–16.
- [5] Markó, Balázs: „Csak bízni kell abban, hogy ezt jól gondoltam: Építész Anthony Gall”, *Metszet*, Vol 9, No 2 (2018/2), pp 16–23.

5. ábra A teherátadó beton felületek kialakításának sémája. Vízszintes metszet. Jelmagyarázat: 1. Vízszigetelő réteg; 2. HDPE anyagú felületszivárgó lemez; 3. XPS hőszigetelő hab a felületszivárgóra ragasztva; 4. Visszatapadó műanyag lemez vízszigetelés; 5. Vasbeton bélésfal; 6. Bélésfalra kizsaluzott „ablak”, utólag bebetonozva; 7. Teherátadó beton felület a résfalra rögzített hálós vasalással; 8. Visszatapadó műanyag vízszigetelés kiegészítése, „befoltozása”; 9. Résfal horgony süllyesztve; 10. Vízzel duzzadó profil



rint az elmozdulások milliméteres nagyságrendűek, nem készült részletes modell a teherátadások helyének meghatározására. Részben azért, mert a modellezés során nem lehet figyelembe venni a felületek szabálytalan (nem sík) voltát, részben azért, mert 2-3 mm-es összenyomódás nem teszi működésképtelenné sem a felületszivárgót, sem pedig a hőszigetelést.

4. A részlet kivitelezése

A csomópont kivitelezése meglehetősen körülményes, ugyanis a horgonyok felengedésére csak azt követően kerülhet sor, hogy a bélésfal és a földemek elkészültek,

sal megépített résfalas-bélésfalas rendszer ilyen esetekben már nem elégíti ki a funkcionális elvárásokat. Új műszaki megoldásokat kell kidolgozni – amire a cikk által ismertetett szigetelés egy lehetséges változat –, vagy pedig az építészeti diszpozíciót kell úgy megválasztani, hogy ne legyenek teljes szárazsági igényű, fűtött terek közvetlenül a bélésfal mögött. Ez esetben kialakíthatók a termikus burkon kívüli, átmeneti terek, ahol a teljes szárazság nem elvárás.

Kakasy László