Mélyépítési szigetelések értékelemzése

ANDRISKA FANNI ■ BME Építésmérnöki Kar ■ andfanni@gmail.com

HEINCZ DÁNIEL ■ BME Építésmérnöki Kar ■ daniel.heincz@gmail.com

KOVÁCS KÁROLY ■ BME Építésmérnöki Kar ■ kovacska91@gmail.com

DOBSZAY GERGELY ■ BME Épületszerkeztani Tanszék ■ gdobszay@epsz.bme.hu

NEMES RITA ■ BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék ■ nemes.rita@epito.bme.hu

Érkezett: 2015. 04. 01. ■ Received: 01. 04. 2015. ■ <http://dx.doi.org/10.14382/epitoanyag-jsbcm.2015.8>

Value analysis of waterproof membranes

At the end of the 20th and the beginning of the 21st century new foundation waterproofing methods have been emerged. Good quality materials alone do not necessarily ensure good performance of structures, which led waterproofing manufacturers to develop new systems. As a result of the need of simplicity of installation, the decrease of special additives, the reduction of damage caused by structural components, the increase in safety requirements and the reduction of space demand during construction, manufacturers have developed such waterproofing systems that establish mechanical or chemical bond with load-bearing structures – in the studied case, with monolithic reinforced concrete. They differ significantly from the usual waterproofing systems, since they are not an independent layer of waterproofing, but perform as a fundamental part of the reinforced concrete foundation to exclude water.

In the present experiments these new kind of materials have been tested under laboratory conditions, to explore the new performance and provide a value analysis of them.

Keywords: waterproof membrane, bonded membrane, damage of membrane, lateral water movement, value analysis

Kulcsszavak: vízszigetelő lemez, visszatapadó szigetelés, szigetelés sérülése, laterális vízvándorlás, értékelemzés

ANDRISKA Fanni

BME Építésmérnöki Kar, építész szak,
szerkezeti szakirány osztatlan 5 éves képzés
hallgatója

HEINCZ Dániel

BME Építésmérnöki Kar, építész szak,
tervezői szakirány osztatlan 5 éves képzés
hallgatója

KOVÁCS Károly

BME Építésmérnöki Kar, építész szak,
szerkezeti szakirány osztatlan 5 éves képzés
hallgatója

DOBSZAY Gergely PhD

egyetemi docens,

BME Épületszerkeztani Tanszék.

Szakterületek: épületszerkezetek tervezése,
szigetelések, külső térelhatároló szerkezetek,
nyílászárók.

Dr. NEMES Rita

Okl. építőmérnök, adjunktus

a BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszékén.

Fő érdeklődési területei: könnyűbeton
összetételének tervezése, könnyűbeton
szerkezetek tervezése, speciális betonok, könnyű
és újrahasznosított adalékanyagok, kerámiák,
szigetelések. A fib Magyar Tagozat tagja.
Az SZTE Beton Szakosztály tagja.

1. Bevezető

Az épületszerkeztan egy folyamatosan változó tudományág, így az alapelvek, irányelvek is állandóan változnak. Az elmúlt évtizedek során felgyorsult a technológiai fejlődés és sokkal jobb anyagminőségek, egyszerűsödő alkalmazástechnikák érhetők el, valamint egyre magasabb igényű követelmények léptek fel a szerkezetekkel szemben. A rendelkezésre álló variációk száma és azok változatossága megkérdőjelezi a megszokott konstrukciók alapelvek hitelességét. A szakmában a mai napig viták vannak egyes szerkezetek megoldására irányuló kérdésekben, a megfelelő anyag kiválasztásában és a helyes szerkezetek kialakításában.

2. Témafelvetés

2.1. Kiindulási helyzet

A beépítés egyszerűsítése, a speciális segédanyagok mennyiségének csökkentése, a sérülésekből adódó károsodások elkerülése, a biztonság növelése és a kivitelezés helyigényének csökkentése következtében az anyaggyártók olyan vízszigetelő rendszereket hoztak létre, amelyek a tartószerkezettel – jelen esetben a monolit vasbetonnal – mechanikai, vagy kémiai együttműködést alakítanak ki. Technológiájuk jelentősen eltér a megszokott vízszigetelő rendszerekétől, hiszen nem önálló réteggént, hanem a mélyépítési vasbeton szerkezettel együtt vesznek részt a víz távoltartásában. Amíg a szerkezeti kialakítások tökéletesen működnek, minden szigetelés kifogástalan. A különbség akkor válhat jelentőssé, amikor sérülés következik be, vagy a kivitelezés körülményei nem teszik lehetővé tetszőleges szerkezet alkalmazását.

2.2. A laterális vízvándorlási ellenállás

A szerkezethez visszatapadó szigetelések esetén a mechanikai együttműködés módja felveteti a laterális vízvándorlással szembeni ellenállás vizsgálatának igényét. Bizonyos esetekben előfordulhat, hogy a vízszigetelő lemezek és a szerkezet között elválások jönnek létre. Ezen szűk hézagok azt eredményezhetik, hogy az épületen belül a víz máshol tör be, mint ahol a szigetelés ténylegesen megsérült. A szigetelés sérülése esetén a vízréteg szétterül, majd a hátszerkezet leggyengébb pontján keresztül jelenik meg a védett térben, így a beázás helye nem mindig azonos a szigetelés sérülésének helyével (1. ábra). Ezt a jelenséget nevezzük laterális – oldalirányú – vízvándorlásnak. Erre a vízvándorlási ellenállásra a gyártói adatlapok nem határoznak meg értékeket, az alkalmazástechnikák nem használják ki az ebben rejlő lehetőségeket. A vízvándorlás jelensége szabványos mérési eljárásokkal még nem vizsgált tulajdonság. Kutatómunkánk kiemelt célja volt a jelenség kísérleti bizonyítása és az ezt befolyásoló paraméterek meghatározása.

2.3. Célok

A közelmúltban kifejlesztett új anyagokat még nem hasonlították össze az oldalirányú vízvándorlással szembeni ellenállásuk alapján, illetve az ezekből adódó új felhasználási lehetőségeket sem elemezték. Tanulmányunk a holisztikus teljesítményelvű tervezési szemlélet alapján [2] a hatásokból származó igénybevételeket és a használatból következő követelményeket számszerűsített paraméterekké bontja le és ezeket súlyozza egy konkrét példa bemutatásán keresztül. Ezen felül ismertetjük a mélyépítési szigetelések kiválasztását befolyásoló

főbb paramétereket és az eltérő technológiák alkalmazási lehetőségeit a tervezők későbbi munkáját segítve.

1. ábra Laterális vízvándorlás kialakulása a szigetelés sérülése során [1]
Fig. 1. Lateral water movement at local damage of membrane [1]

3. Szerkezettel együttműködő vízszigetelések laterális vízvándorlási ellenállásának kísérleti bizonyítása

3.1. Szerkezettel együttműködő vízszigetelések

Kísérletünk előkészítése a mechanikai együttműközéssel rendelkező anyagok felkutatásával kezdődött. Jelenleg a piacon három, szerkezettel együttműködő vízszigetelés kapható: Grace Preprufe, Sikaproof-A és Voltex bentonit paplanszigetelés. Ezen kívül alkalmunk volt kísérleteket folytatni egy fejlesztés alatt álló új anyaggal is, az Expert Proof eco visszatapadó bevonatszigeteléssel. A négy anyag rendszertanilag különböző kategóriákba sorolható, mégis a szerkezethez való visszatapadásuk által önálló csoportot alkotnak.

3.1.1. Grace Preprufe [3]

A Preprufe vízszigetelő lemezek hidegen felhelyezhető, lemezszélein öntapadó vízszigetelő membránok, melyek több rétegből állnak: tartalmaznak egy robusztus HDPE réteget, egy könnyen aktiválódó nyomásérzékeny ragasztóréteget, és egy időjárás ellen védelmet nyújtó járható réteget, melyet betonozás előtt eltávolítanak. A műanyag lemezen található reagens anyag adott nyomás, a víz és a beton pH értékének együttes hatására aktiválódik. A membrán a ráöntött betonnal folyamatos kötést alkot molekuláris szinten, és visszatapad a vasbeton szerkezetre (2., 3. és 4. ábra), ezzel - a gyártói adatlapok szerint - megakadályozza a víz vándorlását a beton és a szigetelés között, és nem engedi a nedvesség és víz beszivárgását a védett térbe.

2. ábra A Preprufe 300R vízszigetelő lemez tapadása
Fig. 2. Bond of the Preprufe 300R membrane

3. ábra A Preprufe 300R vízszigetelő lemez felépítése [4]
Fig. 3. Structure of the Preprufe 300R membrane [4]

4. ábra A Preprufe 300R vízszigetelő lemez alkalmazása [4]
Fig. 4. Application of the Preprufe 300R membrane [4]

3.1.2. Sikaproof-A [5]

A Sikaproof-A teljes felületen ágyazott mélyépítési vízszigetelő anyagrendszer, egy új innováció a lemezes szigetelések területén. Teljes felületen tapadó, összetett vízszigetelő lemez, mely tömítőrácsból és nem szövött filccel rétegelt dombornyomott FPO – rugalmas poliolefin – rétegből áll, speciális laminált tömítőanyag háló és polipropilén ágyazó szövet kasírozással. Az ágyazó szövet összeraad a friss betonnal, így erős mechanikus kapcsolat alakul ki (5., 6. és 7. ábra), amely tartós gátat biztosít a szivárgással szemben. A szigetelő lemez megakadályozza a víz behatolását, csökkenti a szerkezet vegyi terhelését és e mellett gázzárást is biztosít. A lemez esetleges sérülése során a víz bejut a szigetelés rétegei közé, ennek hatására a kereszt-rácsokban lévő anyag duzzadásnak indul, és eltömiti, elzárja a víz útját. Ennek köszönhetően a sérülés és a víz helye lokális, így könnyen megtalálható és javítható. Ebből következik, hogy a szigetelés és a beton- vasbeton szerkezet között nincs laterális vízvándorlás, vízszivárgás.

5. ábra A Sikaproof-A szigetelőlemez tapadása
Fig. 5. Bond of the Sikaproof-A membrane

6. ábra A Sikaproof-A szigetelőlemez felépítése [6]
Fig. 6. Structure of the Sikaproof-A membrane [6]

7. ábra A Sikaproof-A szigetelőlemez alkalmazása [6]
Fig. 7. Application of the Sikaproof-A membrane [6]

3.1.3. Voltex [7]

A Voltex egy öninjektáló bentonit alapú szigetelőrendszer talajnedvesség és talajvíznyomás ellen. Szerkezete két rétegű geotextília közé tűnemezeléssel felület-folytonosan bezárt nátriumbentonit réteg (8. ábra), amely nedvesség hatására azonnal duzzadásnak indul, ezáltal rendkívül tömör szigetelő réteget alkot. A paplan környezetbarát anyagokból és környezetbarát technológiával készül. A bentonit agyagásványai réteglemezeket képeznek, mely rétegek a nedvességet és a vizet az agyagásványok közé felveszik és megkötik, ezáltal vízzel történő érintkezéskor a lemezek azonnal duzzadni kezdenek, és a rendelkezésre álló teret kitöltve tömörre, vízzáróvá válnak. A duzzadás következtében a kristályrétegek az eredeti méretüknek 8-szorosára is képesek megnövekedni és a lemezekben lévő bentonit a térfogatának 15-szörösére (1500%) is képes megduzzadni. A bentonit anyagú szigetelések, fugaképzések a duzzadó nyomás jelenségét hasznosítják.

8. ábra Voltex bentonitos paplanszigetelés szerkezete [8]
Fig. 8. Structure of the Voltex bentonite sheet [8]

3.1.4. Expert Proof eco

Az Expert Proof eco egy gyors kötésű, rugalmas, bitumenmentes, kétkomponensű reaktív bevonatszigetelés. A folyadék-komponenst és porkomponenst alacsony fordulatszámú keverővel összekeverve minden típusú ásványi alapfelületre fel lehet szórni és kenni. A ráöntött betonnal képes együttműködni, a visszatapadást a lemez felületén található szilikátkristályok biztosítják (9. és 10. ábra). Felületi struktúrája és vegyi összetevői által felület-folytonosan tud összetapadni a betonnal. A rendszer további részeivel még folynak a kísérletek, ilyen például egy megfelelő mechanikai tulajdonságokkal rendelkező hordozórét meghatározása. Mivel az anyag visszatapad a betonhoz, ezáltal besorolható a szerkezettel együttműködő vízszigetelések közé.

9. ábra Expert Proof eco szigetelő anyag a próbakockán
Fig. 9. Expert Proof eco waterproofing layer on a concrete specimen

10. ábra Expert Proof eco szigetelő anyag elkészítése
Fig. 10. Preparation of the Expert Proof eco waterproofing layer

3.2. Tudományos környezet

A szerkezettel együttműködő vízszigetelések témájában a szakirodalom minimális. A legtöbb publikáció főként egy-egy anyaggal foglalkozik, amely annak köszönhető, hogy még kevés hasonló építési termék van a piacon és a szerkezettel történő együttműködésen kívül többféleképpen is csoportosíthatók a termékek. A külföldi és magyar folyóiratok között sok különbség lelhető fel, hiszen Magyarországon ezek az anyagok – korábbi kifejlesztésük ellenére – csak az elmúlt évtizedben

jelentek meg. Így átfogó mű ebben a témában, ezekkel az anyagokkal nincs, ezért választottuk ezt kutatási témának.

A szabványok és irányelvek nem adnak támpontot a laterális vízvándorlási ellenállás mérésére; az anyagokat hidrosztatikai nyomásra (pl. ASTM D 5385), valamint különböző mechanikai igénybevételekre (húzó- ill. szakítószilárdság, nyúlás, stb.) vizsgálják. Ezeket az értékeket tüntetik fel a teljesítmény nyilatkozatokon. Felkutatunk a témához kapcsolódó szabványokat (pl. ASTM D 5295), de a tapadásra és a betonnal való kötésre nem találtunk használható szabványosított eljárást. Fontos még megjegyezni, hogy a Voltex bentonit paplanszigetelés a többi lemezszigetelés szabványaihoz képest sok tekintetben eltérő.

3.3. Kísérletek

Mielőtt a vízvándorlási ellenállás mérése megkezdődött, különböző, azt befolyásoló peremfeltételeket és paramétereket határoztunk meg. Legfőbb kérdésünk az volt, hogy a laterális vízvándorlási ellenállást mely tényezők befolyásolják. Lehetséges paraméterek: betonminőség, leterhelés módja, mértéke, hidrosztatikai nyomás mértéke, időtartama, stb. Továbbá kérdéses a vízvándorlás síkja, mely a betonban vagy a két anyag között jön létre. További kérdés, hogy tönkremennek-e az anyagok, és ha igen, hogyan. Lehetséges-e az anyagok szakaszos, foltszerű alkalmazása?

3.3.1. Mérés módszere

A mérést hosszas tervezés előzte meg, mert szeretnénk volna a vízvándorlás jelenségét befolyásoló valamennyi tényezőt mérni. A BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék laboratóriumában rendelkezésünkre állt a beton vízzáróságának (MSZ EN 12390-8) vizsgálatához használható eszköz, melyhez adaptálni tudtuk a kísérletünket (11. ábra).

11. ábra A szabványos eszközzel végzett kísérlet vázlata
Fig. 11. Sketch of the standard test

Az eredeti szabványos vizsgálat lényege, hogy legalább 28 napos korú beton próbatestet, 75 mm átmérőjű körfelületen 72 órán keresztül 5 bar állandó víznyomáson kell vizsgálni (12. ábra). Mivel a szerkezet nyomásmérő berendezéssel és nyomásszabályozó szeleppel van ellátva, így szabadon változtatható a próbatestre ható hidrosztatikai nyomás mértéke. Ez a vizsgálat a beton anyagának vízzáróságát vizsgálja. Ha a beton felületére vízszigetelést helyezünk, az már vízhatlanságot biztosít. Viszont mi a kísérleteink során mesterségesen sérülést alakítottunk ki a szigetelés felületén és így helyeztük a próbatesteket a vízzáróságát vizsgáló berendezésbe.

A kísérletet a mind a négy visszatapadó szigetelésen elvégeztük, és kontroll anyagnak egy elasztomer üvegszövet hordozórétegű bitumenes lemezt választottunk. A bitumenes lemez a teknőszigeteléseknél alkalmazandó; ennek lángolvasztott felületén feltételeztük a vízvándorlási ellenállást.

12. ábra A vizsgálat a szabványos vízzárósági padon
Fig. 12. Standard water penetration test

3.3.2. Próbatetek

Az azonos betonminőségű próbatesteket egy betonkeverésből öntöttük ki, először C 16/20 majd C30/37 nyomószilárdsági jellel. Szigetelőanyagként 2-2 próbatest készült. Mindkét sorozatban 4 szigeteletlen kockát öntöttünk, 2-2-t az utólag készülő bitumenes szigetelések számára, 2-2 beton kockát pedig a 28 napos nyomószilárdság vizsgálat céljából. Mivel 5 féle szigetelő anyagunk volt: Voltex, Sikaproof A, Preprufe 300 R, bitumenes lemezszigetelés és MC Expert Proof eco, és minden anyagot mind a két minőségű betonnal 2 sorozatban vizsgáltuk, emellett mindkét minőségéből 2-2 szigetelés nélküli kockát is öntöttünk, így összesen 24 darab próbatest készült. A próbatesteket 1 nap után zsaluztuk ki. Mindegyik vízszigetelés megfelelően visszatapadt a betonhoz, így a kísérleteket az előzetesen megtervezett módon el tudtuk végezni.

3.4. A kísérletek eredménye

A visszatapadó szigetelések mindegyikéről megállapítható, hogy a Magyarországon általában előforduló, ill. azt jóval meghaladó víznyomások hatására sem lép fel a laterális vízvándorlás. A helyi sérülések kizárólag helyi nedvességbehatolást okoznak, a beton vízzáróságától függően.

A betonminőség nem befolyásolja az együttdolgozás mértékét, a vízvándorlási ellenállást, illetve a víz vándorlásának helyét. A beton átnedvesedését elsősorban a betonminőség befolyásolja.

A vízbehatolás több eltérő módon jelentkezett a különböző szigeteléseknél. Egyes esetekben egyáltalán nem indult meg a víz oldalirányú mozgása (13. ábra), ahol pedig megindult, ott a betonba is mélyen behatolt a nedvesség (14. ábra). A nedvesedés különböző alakzatokban jelentkezett, melyek a próbatestek törése után szemmel láthatóak voltak. Ezeket az adatokat grafikus dokumentáltunk [9].

A kísérletek során bizonyítást nyert, hogy a laterális vízvándorlás jelensége létezik, és a visszatapadó szigetelőanyagok ténylegesen ellenállnak a víz oldalirányú mozgásának. Így azokban az esetekben, ahol nem indult meg a víz mozgása, a

jellegéből adódóan a betonban sem találtunk vizet az átszivárgás ellenére sem. A bitumenes kontrollanyag esetében a víz beszívárgott, majd a szigetelés és a beton között szétterült a teljes felületen. Ezáltal tapasztalhattuk, hogy mekkora kárt tud okozni a szétterülő és a betonban felszívódó víz.

A Voltex bentonitos paplanszigetelés esetében a gélesedéshez bizonyos idő eltelte szükséges, így kis mennyiségben víz kerül a beton és a szigetelés közé. Miután a bentonit megduzzadt, a szerkezet elérte a vízzáróság követelményét és ellenállt a víz oldalirányú mozgásának. A 15 cm élhosszúságú próbatesten 5 bar víznyomás mellett sem történt vízvándorlás. Ez a jelenség felveti, és egyben bizonyítja a lemezek foltszerű alkalmazásának lehetőségét. Az ilyen jellegű alkalmazás előnye, hogy a lemezek különböző segédszerkezetei (toldásokban, élekben, hajlatokban elhelyezett részletképző elemek) is elhagyhatóak.

13. ábra A sérült szigetelésen átjutó víz képe a hasított próbatesten amikor nincs vízvándorlás

Fig. 13. Water penetration in concrete through damaged membrane – no lateral water movement

14. ábra A sérült szigetelésen átjutó víz képe a hasított próbatesten laterális vízvándorlás esetén

Fig. 14. Water penetration in concrete through damaged membrane – presence of lateral water movement

4. Eredmények alkalmazása a tervezői gyakorlatban

Kutatásunk és kísérleteink eredményei alapján érdemes a szerkezettel együttműködő, laterális vízvándorlási ellenállással rendelkező szigeteléseket, hagyományos lemezszigetelések és

vízzáró vasbeton szigetelés mellett önálló csoportként kezelni. Kutatásunk felveti az anyagok foltszerű alkalmazásának lehetőségét a munkahézagokban és részletek kialakításában. Ez valószínűsíti az új rétegrendek illetve részletek széles körű alkalmazásának a lehetőségét. Ahhoz, hogy megfelelő rétegrendi javaslatokat tudjunk adni, az összes variációt figyelembe kell vennünk. A mélyépítési szerkezetek és a rendszerezési lehetőségek szakirodalmi jelentősen kiterjedt, így ahhoz, hogy el tudjuk helyezni a legújabb kialakítási lehetőségeket, össze kell hasonlítanunk a már gyakorlatban használt variációkkal, majd értékelnünk kell azokat.

4.1. Mélyépítési szigetelések

4.1.1. Szigetelőanyagok csoportosítása

Jelenleg a szigetelőanyagok többféleképpen csoportosíthatók: anyag, felhasználás helye, nedvesség jellege, stb. A nemzetközi gyakorlat a szigetelőanyagokat elsősorban két csoportba sorolja: vízzáró - csak annyi nedvesség hatol át, amennyi a belső felületeken, elváltozást nem okozva elpárologni képes -, és vízhatlan, azaz nem engedi át a vizet. Ezen fogalmak meghatározása nem pontos, hiszen a vízzáróság jelentősen függ a védett oldal levegőjének páratartalmától, hőmérsékletétől, légmozgásától. Német területeken a szigetelés viselkedésének jellege alapján különböztetnek meg tömegszigeteléseket (WeißWanne; pl. vízzáró betonból készült szerkezetek), hártyszerűen viselkedő szigeteléseket (SchwarzeWanne; pl. bitumenes vagy műanyag lemezes és szórt/kent rendszerek) és a kettő vegyítése, mely tömegszigetelés, azonban hártyszerűen felhelyezhető (BrauneWanne; pl. a bentonitos lemezek) [10].

4.1.2. Vízzáró vasbeton tömegszigetelés

A beton a használati élettartama alatt akkor tekinthető tartósnak, ha a környezeti hatásokból származó leromlás ellenére megfelelő szerkezeti biztonsággal rendelkezik. A betonkeverékek rendeltetésük szerint akkor illeszkednek a környezeti hatásokat leíró környezeti osztályokhoz, ha összetételük megfelel az $x_{\max}$ megengedett legnagyobb víz-cement tényező, a $c_{\min}$ előírt legkisebb cementtartalom, a legkisebb $Cf_{ck,cyl}/f_{ck,cube}$ előírt beton nyomószilárdsági osztály, $V_{L,\max}$ megengedett legnagyobb frissbeton levegőtartalom határértéknek. A vízzáró vasbeton szerkezetek teljesítménye elsősorban két tényezőtől függ: a beton anyagának (felületi) vízzáróságától és a munkahézagoknak a vízzáróságától [11].

A felületi vízzáróság függ az adott szerkezeti vastagságtól, a méretezett vasalástól (repedéstágasság korlátozása), a beton összetételétől, illetve a megfelelő bedolgozástól és utókezeléstől. A munkahézagok és a különböző részletképzések vízzárósága függ a munkahézag profilok meglététől, azok folytonosságától, a megfelelő bedolgozástól, illetve hogy a részletek minden pontjában azonos minőségű és teljesítményű legyen a kialakítás.

A javítási lehetőségek lehetnek külső oldaliak a pincszint kiásásával, hagyományos technológiákkal (pl.: lemezes- vagy bevonat szigetelések). A belső oldal javítása utólagos szigetelési technológiákkal lehetséges, mint például az injektálás, kristályos tömítőhabarcok, szigetelő iszap bevonatok vagy ragasztott fugaszalagok [12].

4.1.2.1 Előnyök

A vízzáró vasbetonszerkezet önmagában általános esetben jól működik. Viszonylag kevés technológiai lépés, kevés élómunka igény. A tömegbeton szigetelés a kivitelezés közbeni sérülésekre csaknem érzéketlen. A hiba, beázás helye jól lokalizálható. Maga a szerkezet homogén – ha eltekintünk az előre betervezett munkahézagok szigeteléseitől – és a vízzáróságnak köszönhetően nincs vízvándorlás.

4.1.2.2 Hátrányok

A szerkezet gyenge pontját elsősorban a munkahézagok és dilatációk jelentik. A dilatációs szalagok elhelyezése, térbeli folytonossága sokszor pontatlan. A szerkezet ezen részei a betonozás közben és után nem hozzáférhetők. Mivel a vízzáró vasbetonszerkezet nem egy önmagában megvásárolható termék, így tulajdonságait mindig befolyásolja az összetevők minősége, a kivitelezés. A szerkezet csak vízzáró teljesítményigényt elégít ki.

4.1.3. Lemez-, és bevonatszigetelés technőszigetelés esetén

A hagyományos szigetelések lehetnek műanyag lemez szigetelések, bitumenes lemez szigetelések vagy szórt, illetve kent bevonat szigetelések.

A bevonat és a lemezes szigetelés önmagában a talajvíz hidrosztatikai nyomását nem képes felvenni, így a szigetelés száraz, belső oldalán ellenszerkezetek alakítanak ki. A szigetelés így egy hártya jellegű réteg, amely technőszerűen helyezkedik el. A szigetelés aljzata vízszintes felületeken szerelőbeton, függőleges helyzetben szigetelést tartó fal. A védelem érdekében 5-10 cm vastag védőbeton készül. Függőleges felületeken az utólag elkészített tartószerkezet és a szigetelést tartó fal közé habarcs háttámaszt képeznek pl. bitumenes lemezszerkezetek esetében, vagy különálló védőréteggel borítják pl. műanyaglemez szigetelések esetében.

A bevonat- és lemez szigetelések meghibásodásainak fő oka, a vékony, hártyaszerű jelleg és az a tény, hogy a szigetelés aljzata az épülettől különálló szerkezet. A szigetelést tartó fal és a szigetelést védő beton elkészítése időigényes, költséges, körülményes. Szomszéd épület melletti építkezés esetén, épületbővítéskor a segédszerkezetek helyigénye, a szigetelés aljzatának elkészítése problémákat okozhat. Az aljzatnak egyenletes felületűnek, szennyeződés- és pormentesnek kell lennie. Amennyiben a szigetelőanyag megsérül és nincs további gátja a beázásnak, a vízréteg a hátszerkezet és a szigetelő réteg között szétterül, így a beázás helye nem lokalizálható.

A hagyományos technológiák esetében a talajvíz ellen egy épülettől független technőszerkezet oldja meg a szigetelést, viszont e rendszerek alkalmazása esetén a szigetelés az épületburok szerves része. A vízszigetelő hártya és az épület különválasztása súlyos logikai hiba, amely a gyakorlatban számos kérdést vet fel, például a két szerkezet elmozdulását egymáshoz képest vagy a szigetelés folytonosságának kérdését.

4.1.3.1 Előnyök

Hagyományos technológia. A kivitelezők jól ismerik. A szerkezet külön, még a tartószerkezet betonozása előtt ellenőrizhető. Vízhatlan, így porszárazsági igényt is kielégít. Rendelkezésre állnak különböző szabványok és irányelvek. A szigetelés teljesítménye nem függ más technológiától (pl. a beton tartószerkezet minőségétől).

4.1.3.2 Hátrányok

Sok technológiai lépés (aljzat, szigetelés, védőbeton, vasszerelés, betonozás stb.), különböző brigádok végzik a különböző szerkezetek elkészítését. A szigetelés egy különálló szerkezeten helyezkedik el, nem magán a védendő szerkezeteken. A rétegek elmozdulása (elsősorban a szigetelés aljzata), mechanikai sérülése kockázatot hordoz. A szigetelés pontszerű sérülése a teljes szerkezet tönkremenetelét, beázását okozza. A vízvándorlás miatt a sérülés helye nem lokalizálható, így utólagos javítása rendkívül költséges, esetenként kivitelezhetetlen.

4.1.4. Szerkezettel együttdolgozó szigetelések

Ebben az esetben a szigetelés nem önmagában, hanem a vasbeton tartószerkezettel közösen vesz részt a nedvesség kiszorításában. Az anyagok közvetlenül szerelőbetonra fektetve vagy függőleges síkok esetében a zsaluzatban elhelyezve elkészíthetők, ez jelentősen csökkenti a szerkezet kivitelezéséhez szükséges időtartamot, helyigényt és a segédszerkezetek költségét. A betonozás során a szigetelőanyagok kötést létesítenek a beton hátszerkezettel. Mivel a szigetelés aljzatát a vasbeton tartószerkezet képi, így a szigetelést tartó fal, illetve a védőbeton elhagyható.

4.1.4.1 Előnyök

A védendő szerkezet a szigetelés aljzata. Egyszerű, rendszerben elkészíthető részletképzések. Mivel nincsenek kiegészítő szerkezetek (szigetelést tartó fal, védőbeton) a kivitelezés időtartama jelentősen rövidül. Nagy ellenálló képesség a mechanikai igénybevételeknek (a vasszerelés a szigetelő anyag felületén történik).

4.1.4.2 Hátrányok

Használatukra nincsenek elterjedt szabványok, irányelvek. Nincs megfelelő mennyiségű gyakorlati tapasztalat. A szerkezetek fajlagos költsége nagyon nagy.

4.2. Rendszerezési lehetőségek

Idézzük Dr. Petró Bálintot *Az épületszerkezettan és az épületek tervezése* [13] című művéből: „*Napjaink szerkezettervezése nem algoritmizált, csupán intuitív folyamat... Csupán algoritmusok alkalmazására felépített szerkezettervezési folyamat teszi lehetővé a funkció igényelte összes hatótényező együttes, egyidejű figyelembe vételét, mind műszaki, mind gazdaságossági vonatkozásban.*” Mivel az építési gyakorlatban számos különböző követelmény, igénybevétel fordul elő, ezért ezek összehasonlítása és egymáshoz viszonyítása rendkívül sokrétű lehet. A problémákra így önmagában nem lehet egyértelmű választ adni, emiatt a felsorolt rendszereket jól bevált algoritmusok alapján vizsgálhatjuk meg:

- holisztikus szemlélet (a jelenségeket, mint az egész és részei közötti kapcsolatokat, ezek kölcsönös összefüggéseit vizsgáló, átfogó szemlélet),
- morfológiai szekrény (lényege az összes lehetséges megvalósulás figyelembe vétele a munkavégzés során; minden ható tényezőt és azok peremfeltételeit felsorolja, ezeket rendszerezi és funkcionálisan vizsgálja),
- teljesítményelvű tervezés (a módszer alapja a szerkezet-kialakítás műszaki tényezőinek pl. hatások, igénybevételek, követelmények, teljesítmények elemzése).

A vizsgálati módszer alkalmazását egy tényleges példán keresztül mutatjuk be.

4.3. Rétegredek

Ahhoz, hogy egy példát ki tudjunk emelni a mélyépítési szigetelések témaköréből, a különböző peremfeltételeket már a feladat elején le kellett határolnunk. A legkényesebb szerkezetek kivitelezése általában magas mértékadó talajvízszint és nagy hidrosztatikai nyomás jelenléte mellett folyik. A példa bemutatásához a mélyépítés során leggyakrabban előforduló funkciót, egy mélygarázst vettünk alapul, amely magas talajvízszint mellett, hőszigetelés és porszárazsági igény nélkül készül el. Ennek a szerkezetnek kiemeltük egy köztes földem-oldalfal csatlakozását és egy általános helyen felvett lemezalap részletét.

A leggyakrabban alkalmazott, legegyszerűbb, legolcsóbb technológia a hézagos cölöpfal, amellyel a munkagödör oldalfalát megtámasztják. Az épület pincéje egy monolit vasbeton fallal határolt pillérváz szerkezet, amelynek alapozása lemezalap. Ez egy olyan valós mintafeladat, ahol a rétegrendet, mint szigetelési alrendszer önmagában vizsgálhatjuk (pl. akusztika, energetika, speciális használati követelmények nélkül). Fontos szempont, hogy a minta épületet valamennyi mélyépítésben alkalmazott szigetelő rendszerrel meg lehessen valósítani.

4.3.1. Munkahézag megoldása vízzáró beton esetén

A – a részletképzések, munkahézagok labirint (külső/belső), duzzadó vagy fugaszalagokkal készülnek (15. ábra). A rétegrend a tömegszigetelés elvén működik, tehát valamennyi vasbeton tartószerkezet vízzáró minőségben épül meg (lemezalap, pincefal, közbenső földem).

15. ábra Munkahézag duzzadó vagy fugaszalagokkal
Fig. 15. Working joint with swellable waterstop profile

B – visszatapadó szigetelések kerülnek a szerkezetre foltszerű alkalmazásban (16. ábra). Ebben az esetben a munkahézagok védelmét nem a dilatációs szalagok, hanem a foltszerűen elhelyezett visszatapadó szigetelések oldják meg.

16. ábra Visszatapadó szigetelések foltszerű használata
Fig. 16. Application of bonded sealing in patch

4.3.2. Vízzáró betonhoz csatlakozó nem vízzáró szerkezet

A – az áthidalás egy külső speciális labirintszalaggal történik (17. ábra). A labirintszalag akadályozza meg a földemen keresztül a nedvesség bejutását a védett térbe. Nincs szükség plusz hátszerkezetek kialakítására.

17. ábra Labirintszalagos áthidalás
17. ábra Bridging with labyrinth profile

B – foltszerűen alkalmazott visszatapadó szigetelés (18. ábra). A foltszerűen elhelyezett szerkezettel együttműködő szigetelés hatására a földmennél elhagyható a vízzáró kialakítás, amely költségcsökkenést eredményez. A cölöpfal a munkaterület lehatárolása mellett a szigetelés ideiglenes felfektetésére szolgál.

18. ábra Visszatapadó szigetelések foltszerű használata vízzáró és nem vízzáró beton határán
18. ábra Patch application of bonded sealing at the boundary of watertight and non-watertight concrete

4.3.3. Nem vízzáró beton és szigetelés kapcsolata

A/1 – Hagyományos fal csatlakozás (19. ábra). A lemez a szigetelést tartó falra fekszik, a tartószerkezet és a szigetelés közé habarcskitöltést helyeznek.

19. ábra Szigetelést tartó fal alkalmazása
19. ábra Application of membrane supporting wall

A/2– Hagyományos vízszintes csatlakozás (20. ábra). A szigetelést felhordják az aljzatbetonra, majd erre kerül egy védőbeton réteg. A vasszerelési munkálatok csak a védőbeton megszilárdulása után kezdődhetnek el.

20. ábra Hagyományos vízszintes csatlakozás
Fig. 20. Conventional horizontal splicing

B/1 – Függőleges falcsatlakozás visszatapadó szigeteléssel (21. ábra). A visszatapadó szigetelések lehetővé teszik a szigetelést tartó fal elhagyását, a cölöpfal a munkaterület lehatárolása mellett csak a lemez ideiglenes felfektetésére szolgál a betonozás előtt.

21. ábra Függőleges csatlakozás visszatapadó szigeteléssel
Fig. 21. Vertical splicing of bonded sealing

B/2– Vízszintes lemezalap-csatlakozás visszatapadó szigeteléssel (22. ábra). A szigetelést védő beton elhagyható, a vasszerelési munkálatok elvégezhetőek a lemez felületén is. Az aljzatbeton a szigetelés fektetése miatt szükséges.

22. ábra Vízszintes alaplemez visszatapadó szigeteléssel
Fig. 22. Horizontal foundation floor with bonded sealing

5. Értékelemzés

Az alkalmazott értékelemzés [13] a technikai megoldások és költségtényezők együttes figyelembevételével – a funkció igényeinek megfelelő – optimális szerkezeti megoldásokat szolgáltatja. A módszer [13] kidolgozása több mint húsz éve történt, így a szempontrendszer már sok helyen elavultnak mondható. A használói, gazdasági, műszaki és kivitelezési követelmények

nem választhatók el élesen, minden paraméter hatással van egy másikra. Így a szempontokhoz csak egy skálán való értékelést vezetünk be. Minden szemponthoz súlyozási szám kerül, melyet a változó igényekre a tervező szabhat meg, ezáltal is segítve a legjobb megoldás megkeresését egy adott problémára, kérdésre.

5.1. Az elemzés szempontjai

- Érték
- Költségteljesítés
- Fajlagos bekerülési költség
- Felújítás – karbantartás
- Egyszerű kivitelezhetőség
- Meghibásodás gyors lokalizálása
- Időállóság – tartósság
- Szakmák/szakipar együttműködése
- Munkaközi ellenőrzés lehetősége
- Kivitelezés időtartama
- Egyszerűség, kevés élőmunka igény
- Szerkezet anyagainak vizsgálhatósága
 - beépíthetőség
 - anyagcsere, szabotosság
- Szigetelés aljzata
 - Függetlenség
 - Anyagigény
- Felhasznált anyagigény
 - Mennyiség
 - Rétegszám
 - Segédanyagok száma
- Porszárazsági igény
- Egyéb talajban található szennyezőanyagokkal szembeni ellenállás
- Mechanikai együttműködés
- Vízvezetés, vízvándorlás
- Hiba esélye, valószínűség
- Kockázati elemek
 - Száma
 - Súly
- Időjárás függőség

6. Összegzés

Kutatásaink eredménye, hogy a vizsgált anyagok sok szempontból eltérők és csak egyes kiragadott tulajdonságaik alapján sorolhatók csoportokba. A hatásokból generált igénybevételek és a funkcióból adódó követelmények felsorolása, számbavétele a tervezés legalapvetőbb folyamata. Az ebből kialakított összehasonlítási szempontok súlyozása a tervezői döntés-előkészítésnek az egyik legfontosabb lépése. A súlyszámok feladatfüggők, így akár egy-egy tulajdonság megléte is meghatározhatja a szerkezetválasztást. A kiemelt paraméterek mellett mégis lényegesek az apróbb, a későbbiekben esetleg jelentős problémává váló szempontok is.

Tanulmányunk azt emeli ki, hogy a piacon jelen lévő termékek, rendszerek kategorizálása szélmalomharc, mivel a technológiai fejlődés jelentősen felgyorsult és eltérő felépítésű anyagok mutatnak hasonló tulajdonságokat. A tervezési algoritmust a probléma és a megoldás fogalmai köré kell szervez-

ni. Kutatásunk a 2013-ban bevezetett Építési Termék Rendelt CPR rendszer alkalmazásához illusztrál egy döntés-előkészítési és értékelési módszert. A súlyszámok feladatfüggők, minden egyes esetben bármelyik felsorolt tényező lehet a legfontosabb egy adott problémára. A témafelvetés, mint jelenség azért fontos, mert bizonyos anyagoknak, amelyek nem esnek egy kategóriába, mégis összehasonlíthatók valamilyen tulajdonság alapján, amely adott esetben lehet annyira fontos, hogy felülírja a jelenlegi rendszert.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnénk kifejezni legnagyobb hálánkat és elismerésünket mindazoknak, akik lehetővé tették kutatásaink létrejöttét. Megköszönjük név szerint az összes gyártó vagy forgalmazó cég képviselőinek, akik válaszoltak megkeresésünkre és a tőlük kapott anyagokon kívül tapasztalataikkal, tudásukkal valamint kérdéseikkel előrevitték kísérletünket. Ezúton köszönjük Keszler Andrásnak, Szabó-Turák Dávidnak, Víg Csabának (Bau-haus Kft. – Voltex), Baksy Lászlónak, Bors Lászlónak, Pethő Csabának (MC-Bauchemie – Expert Proof eco), Piri Antalnak, Vajnáné Zonda Júliának (Isoprof – Grace Preprufe), Mihályi Istvánnak, Tóth Lászlónak (Sika – Sikaproof A) és Máriáss Lászlónak (Icopal-Villas - Elastovill SBS mod. bitumenes lemez).

Felhasznált irodalom

- [1] Reisch, R. (2014): Fokozott biztonságú megoldások a mélyépítési szigetelésekben, Építész Szakmai Napok -2014. szeptember 18.
- [2] Fülöp, Zs. (2007): Épületszerkezetek teljesítmény elvű holisztikus szemléletű tervezése, Ph.D. értekezés, BME Építésmérnöki Kar, Budapest, 2007
- [3] GraceConstruction Products: Termékkatalógus, 2011.04.11.
- [4] <http://www.remodeling.hw.net/products/foundations-framing/concrete-seal-wr-grace-preprufe-plus>
- [5] Berecz, A. (2012): Építményeink védelme 2012 konferencia, Sika Hungária Kft., Ráckeve, 2012.03.27-28.
- [6] http://www.bft-international.com/imgs/40178794_c00e02de3c.jpg
- [7] Bau-Haus: Voltex vízzáró membrán szigetelés- termékkatalógus
- [8] <http://epitesimegoldasok.hu/index.php?id=ongyogyulo-vizszigetelasmelyepitesi-feladatokra>
- [9] Andriská, F. – Heincz, D. – Kovács K. (2014): Szerkezettel együttműködő vízszigetelések laterális vízvándorlási ellenállása BME Tudományos Diákköri dolgozat, Budapest, 2014
- [10] Horváth, S. – Vladár, P. (2008): Talajnedvesség és talajvíz elleni szigetelések tervezési és kivitelezési irányelvei, Épületszigetelők Tetőfedők és Bádgosok Magyarországi Szövetsége, 1. kiadás
- [11] Balázs, L. Gy. – Kausay, T.: Vízzáró beton és vizsgálata, 2007 december
- [12] Reisch, R. (2011): Vízzáró beton szerkezetek hibái és azok elhárítása, II. Épületszerkezeti Konferencia, 2011.11.22.
- [13] Petró, B. (1991): Az épületszerkezettől és az épületszerkezetek tervezés, ÉTK Budapest, 1991

Hivatkozott szabványok és irányelvek

- ASTM D 5385 – Standard Test Method for Hydrostatic Pressure Resistance of Waterproofing Membranes
- ASTM D 5295 – Standard Guide for Preparation of Concrete Surfaces for Adhered (Bonded) Membrane Waterproofing Systems
- MSZ EN 12390 8:2001 A megszilárdult beton vizsgálata. 8. rész: A víz nyomás alatti behatolás mélysége

Ref:

Andriská, Fanni – Heincz, Dániel – Kovács, Károly – Dobszay, Gergely – Nemes, Rita: Mélyépítési szigetelések értékelése
Építőanyag – Journal of Silicate Based and Composite Materials,
Vol. 67, No. 2 (2015), 48–56. p.
<http://dx.doi.org/10.14382/epitoanyag-jsbcm.2015.8>

**International Council
for Research and Innovation
in Building and Construction**

CIB is the acronym of the abbreviated French (former) name: “Conseil International du Bâtiment” (in English this is: International Council for Building). In the course of 1998, the abbreviation has been kept but the full name changed into:

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION

CIB was established in 1953 as an Association whose objectives were to stimulate and facilitate international cooperation and information exchange between governmental research institutes in the building and construction sector, with an emphasis on those institutes engaged in technical fields of research.

CIB has since developed into a world wide network of over 5000 experts from about 500 member organisations with a research, university, industry or government background, who collectively are active in all aspects of research and innovation for building and construction.

www.cibworld.nl