

# CCX-M™ GCCM BETONPAPLAN TECHNOLÓGIA ALKALMAZÁSA A KÖTIVIZIG TERÜLETÉN

**Richter József Richárd – Fejes Lőrinc**

területi felügyelő szakaszmérnök

Közép-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság, Kiskörei Szakaszmérnökség

## **Kivonat**

A kivitelezés célja az volt, hogy a gyártóval együttműködve olyan közös és hasznos tapasztalatokat szerezzünk, amik a termék vízépítésben történő alkalmazhatóságát és az esetleges további gyártó által végzendő fejlesztési irányokat kijelölik. A korábbi évek kivitelezési tapasztalataiból építkezve az előzetes szervezés rutinszerűen zajlott. A használandó termék kezelhetősége, beépíthetősége nagyban hasonlított az előző években alkalmazott CC5™-re, ennek ellenére mégis voltak olyan új elemek, megoldások, amiket a korábbiakban nem alkalmaztunk. Nagy figyelmet kívántunk arra fordítani, hogy a bemutatott feladatokat – különös tekintettel a geomembrán réteg hegesztésére – teljes körűen, a támasztott elvárásoknak megfelelően végezzük el. Célunk volt, hogy a vízépítési gyakorlatban még kevésbé elterjedt betonpaplan anyag alkalmazhatóságát egy új termék esetében is megismerjük. A kivitelezés során szerzett ismeretek, továbbá az anyag fizikai tulajdonságainak ismeretében az üzemeltetésünkben lévő létesítmények esetében mérlegelni tudjuk az anyag későbbiekben történő használhatóságát. Tekintve, hogy a vízszolgáltatási idényen kívül végezhető fenntartási feladatokra fordítható időszak igen csekély (november 30-március 01.), a mederkarbantartások elvégzésénél alkalmazni kívánt műszaki megoldások költséghatékonyasága mellett a kivitelezhetőség, annak időszükséglete is fő mérlegelési szempontként jelenik meg. A csapadékos időjárás okán az előkészítés 20 napig tartott, ahol lehullott csapadék jelentős többletfeladatot generált. Az 570 m<sup>2</sup>-nyi anyagot két nap alatt építettük be. A tereprendezés további 1 napot vett igénybe.

## **Kulcsszavak**

GCCM (cementtel töltött kompozit geoműanyag), betonpaplan, mederszigetelés, vízügy, szivárgási veszteség, öntözés, Tiszafüredi öntözőrendszer

## **ELŐZMÉNYEK**

A KÖTIVIZIG területén az elmúlt évek vonatkozásában hagyománnyá vált a Concrete Canvas® GCCM (CC) betonpaplan technológia alkalmazása az Igazgatóság vagyonkezelésében és üzemeltetésében lévő létesítményeken. A Kiskörei Szakaszmérnökség működési területén belül a Tiszafüredi öntözőrendszer létesítményein (Tiszafüredi öntöző-főcsatorna, Tiszafüredi II. mellékcsatorna) már 3 helyszínen alkalmazásra került a CC5™ GCCM típusú betonpaplan, mint szivárgás csökkentő mederszigetelő anyag. A walesi székhelyű gyártó magyarországi képviselői megkeresték a KÖTIVIZIG vezetését, hogy az új fejlesztésű CCX-M™ GCCM termék nagyminta-kísérletben történő tesztelésében működjön közre az Igazgatóság. A CCX-M™ kimon-dotan olyan vízfolyásokhoz, vízi létesítményekhez kapcsolódó felhasználásra tervezték, ahol az anyaggal érintkező víz természetes állapotban található, nincs olyan kémiai hatása, ami pl.: sav vagy lúgállóságot igényel, aminek a CC5-13™ megfelelnek. Az új terméket, ezáltal a korábban forgalmazott betonpaplanok versenytársának is tekinthetjük. A hazai vízépítési gyakorlatban ritkán van szükség arra, hogy a vízzel érintkező anyagok ellenálljanak erőteljes kémiai hatásoknak (savas, lúgos közeg), illetve rendelkezzenek pl.: olajálló tulajdonsággal. A Concrete Canvas egy olcsóbb, de nem rosszabb opciót kíván nyújtani a CCX-M™ kifejlesztésével, mint a CC5-13™, ha a felhasználási közeg nem kívánja meg az extrém ellenálló képességet.

## GCCM BEMUTATÁSA

A betonpaplan egy a forgalmazó által kitalált termékcsoporthív. A hivatalos, szabványban is megfogalmazott elnevezése a termékcsoporthív a GCCM – Geosynthetic Cementitious Composite Mat, magyarrá fordítva cementtel töltött kompozit geoszintetikus szerkezet.

Az amerikai ASTM standard nomenklátúra (D4439-20 „Standard terminology for geosynthetics”) alapján a GCCM termék: Gyártásakor összeállított, cementtel töltött geoszintetikus kompozit anyag, mely hidratálása után megszilárdul.

2021-ben tették közzé az ASTM D8364 szabványt, mely felsorolja a GCCM termékek alkalmazásához elvárt – termékspecifikus vizsgálatok alapján meghatározott – minimum teljesítményjellemzőket. Ezen szabvány szerinti minősítés egyértelműen biztosítja az erózióvédelmi feladatoknak való megfelelést. Független minősítő intézetekben elvégzett vizsgálatok alapján a Concrete Canvas® GCCM (CC) termékek - CC5™, CC8™, CC13™ és a CCX™- mindegyike megfelel a szabványban foglaltaknak.

Többségében ugyanezen vizsgálatokat írja elő a GCCM termékcsoporthív elfogadott, az Európai Unióban a forgalmazáshoz szükséges Európai Műszaki Értékelés (ETA) alapjául szolgáló, Európai Értékelési Dokumentum (EAD) is.

Az előírt vizsgálatok között vannak termékcsoporthív specifikus vizsgálatok, mint például a hajlító-húzó szilárdsági teszt, ami a geoműanyagok szakítószilárdsági vizsgálatához hasonlítható „index teszt”, komplexen jelzi a GCCM termékek teljesítményét:

- a cementált anyag nyomószilárdságát,
- a geoműanyag szakítószilárdsági tulajdonságait, valamint
- az erő-elmozdulás diagramon leolvasható, hogy a termék kompozit rétegei hogyan viselkednek terhelés hatására.

Ez a vizsgálat specifikusan mutatja, hogy egy GCCM termék alkalmas-e az elvárt erózióvédelmi feladatokra.

CC Jellemzők (Nyers állapot, aktiválás előtt)	Módszer	Egység	Jellemző értékek		
			CC5™	CC8™	CC13™
Vastagság	BS EN 1849-2	mm	5	8	13
Tekercs szélesség		m	1,0	1,1	1,1
Kistekercs mérete		m <sup>2</sup>	10	5	N/A
Nagytekercs mérete		m <sup>2</sup>	200	125	80
Nyers tömeg	BS EN 1849-2	kg/m <sup>2</sup>	7	12	19
Sűrűség növekedés a vízkezelést követően		% Növekedés	30-35		
Kötési idő az aktiválást követően (részletek a Vízkezelési útmutatóban)		Óra	1-2		

CC Jellemzők (Szilárdult állapot) (Hidratálás bemelegítéssel, ASTM D8030 szerint. Víz-cement tényező: 0,33)	Módszer	Egység	Jellemző értékek		
			CC5™	CC8™	CC13™
Nyomószilárdság a GCCM cementkeveréken* - 24 Óra / 28 Nap	BS EN 12390-3	MPa	50/80		
Hajlító-húzó szilárdság, 24 órás - Kezdeti repedés (MD)	ASTM D8058	MPa	> 4,0		
Hajlító-húzó szilárdság, 24 órás - Végző törés (MD)	ASTM D8058	MPa	>10	> 6	> 6
Fagyasztás-olvasztás – Maradó kezdeti hajlító-húzó szilárdság (250 ciklus után)	BS EN 12467	%	95		
Időjárással szembeni ellenállás (lásd CC Időjárásállóság minősítés)	BS EN 12467	-	Megfelelt		
Vegyí anyagokkal szembeni ellenállás (lásd CC Vegyianyag-ellenállás leírás)	BS EN 14414	-	Megfelelt		
Kopásállóság (kopás mélysége a cementált rétegben)	ASTM C1353	mm / 1000 ciklus	0.2		
Megengedhető áramlási sebesség (közben szögítés szükséges lehet)		m/s	Alkalmazás függő	< 8.6	> 8.6

1. ábra. CC betonpaplan jellemzői (forrás: [www.betonpaplan.hu](http://www.betonpaplan.hu))

Vagy a nyomószilárdság, azonban itt nem a szokványos módszert - ami nem a valós, terepi alkalmazás közbeni igénybevétel szerinti - írják elő.

A CC betonpaplan termékcsalád jellemzőit az 1. sz. ábra mutatja be. A CCX termékcsalád jellemzőit a 2. és 3. számú ábrák szemléltetik. Jelenleg a magyarországi piacra még nem készült el az adatlap fordítása, így a forgalmazó az angol nyelvű dokumentumot adta át felhasználásra, azt változatlan formában közöljük.

CCX™ Properties			2203.01.EN		
Pre-set (Uncured)	Test Method	Unit	Typical Values		
			CCX-U™	CCX-M™	CCX-B™
<b>ASTM D8364 'Standard Specification for GCCM Materials' Classification</b>					
GCCM/B Classification	ASTM D8364	Type	II	II	II
<b>Dimensions</b>					
Total Thickness	BS EN 1849-2	mm	10	10.3	11
Membrane Thickness		mm	N/A	0.3	1.0
Roll Sizes - W x L*		m	1.95 x 50	1.90 x 50	1.90 x 50
Area of CCX™ per Roll		m <sup>2</sup>	97.5	95	95
<b>Physical Properties</b>					
Mass per Unit Area	BS EN 1849-2	kg/m <sup>2</sup>	14.5 - 15.5		
Density	BS EN 1849-2	kg/m <sup>3</sup>	1500-1600		
Density Increase on Curing		% Increase	20-25		
Peel Strength - strength of internal linking fibres (MD**)	BS EN ISO 13426-2	kN/m	>3.0	>4.0	
<b>Other Properties</b>					
Working Time from Hydration - refer to the CCX™ Hydration Guide		Minutes	<30		

2. ábra. CCX betonpaplan jellemzői 1. (forrás: SoDeGo Consulting Ltd.)

Post-set (Cured) - at 28 Days from Hydration Unless Specified <small>(Hydrated by full immersion in accordance with ASTM D8030)</small>	Test Method	Unit	Typical Values		
			CCX-U™	CCX-M™	CCX-B™
<b>Mechanical Performance</b>					
Compressive Strength of Cementitious Mix (water/cementitious materials ratio to ASTM D8329)	ASTM D8329	MPa	>70		
Flexural Strength - at 24 Hours from Hydration (MD**)					
- Initial Breaking Load	ASTM D8058	N/m	>2500		
- Initial Flexural Strength	ASTM D8058	MPa	>4.0		
- Final Flexural Strength	ASTM D8058	MPa	>6	>10	
Dynamic Puncture Resistance (depth of perforation)	BS EN ISO 13433	mm	0***		
Pyramid Puncture Resistance	BS EN ISO 14574	kN	>15		
Differential Ground Movement (strain to exposure of geomembrane)		%	<10		
<b>Environmental Durability</b>					
Freeze - Thaw Resistance - retained Initial Flexural Strength after 100 cycles (MD**)	BS EN 12467	%	120		
Weathering (UV) Resistance - retained Initial Flexural Strength (MD**)	BS EN 12224	%	90		
Microbiological Resistance - retained Initial Flexural Strength (MD**)	BS EN 12225	%	87		
Chemical Resistance - retained Initial Flexural Strength (MD**)					
- Method A - Acid - 10% solution H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	BS EN 14414	%	N/A	38	
- Method B - Alkaline - saturated suspension Ca(OH) <sub>2</sub>	BS EN 14414	%	N/A	100	
- Method C - Solvation & Swelling - 35% vol diesel, 35% vol paraffin, 30% vol lubricating oil HD30	BS EN 14414	%	N/A	83	
- Method D - Synthetic Leachate	BS EN 14414	%	N/A	103	
Root Resistance	DD CEN/TS 14416	-	Passed		
<b>Hydraulic Performance</b>					
Abrasion Resistance - cementitious barrier depth of wear	ASTM C1353	mm/1000 Cycles	<0.2		
Manning's Roughness Coefficient - refer to CCX™ Manning's test report	ASTM D6460	n	0.010-0.015		
<b>Impermeability - Geomembrane Barrier</b>					
Water Permeability	BS EN 14150	m/s	N/A	6 x 10 <sup>-12</sup>	
Gas Permeability	ASTM D1434	$\frac{\text{cm}^3 \cdot \text{cm}}{\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}}$	N/A	5 x 10 <sup>-13</sup>	

3. ábra. CCX betonpaplan jellemzői 2. (forrás: SoDeGo Consulting Ltd.)

## A KÍSÉRLET HELYSZÍNÉNEK KIVÁLASZTÁSA

A gyártó által támasztott egyetlen megkötés az volt, hogy a CCX-M™ betonpaplan földmederű csatornaszakaszra kerüljön elhelyezésre. Az Igazgatóság vezetése a helyszín kijelölésében a

Kiskörei Szakaszmérnökséget bízta meg. A szivárgási problémák ismeretében, valamint a rendelkezésünkre bocsájtott 600 m<sup>2</sup> betonpaplan kiadóságát mérlegelve a kisebb mederszelvényrel rendelkező, Tiszafüredi külterületén található Tiszafüredi II. mellékcsatornára esett a választásunk. A Tiszafüredi II. mellékcsatorna a Tiszafüredi öntözőrendszer elsőrendű mellékcsatornájaként épült meg 1937-1940. között. A jó vízvezetőképességű altalajjal rendelkező mederszakaszokon betonburkolattal látták el az öntözőrendszer csatornáit. Ennek megfelelően a Tiszafüredi II. mellékcsatorna is beton mederburkoló elemekkel került kiépítésre. A több mint 80 évnyi üzem alatt ezek a mederburkolatok különböző mértékben, de károsodtak, így a javításukat az anyagi lehetőségek függvényében végezték a korábbi üzemeltető szervezetek. A kiválasztott mederszakasz, amely az eredeti mederburkoló elemekkel rendelkezett a 0+265-0+350 cskm szelvények közé esett.

## A KIVITELEZÉS FÁZISAI

### Munkaterület előkészítés

Az érintett depóniaszakasz gaztalanítását elvégeztük (1. kép). A vízszolgáltatási időnyt követően a csatorna medrét víztelenítettük, majd eltávolításra került a mederben található üledék. A csapadékos időjárás több alkalommal nehezítette a munkaterület előkészítést, az alsó és felső végét homokzsákkal és fóliával zártuk el. Ennek ellenére az altalajon keresztül történő beszivárgásból jelentős mennyiségű víz jutott a mederbe, így többször szivattyúzással indult a munkanap (2. kép). Az iszap kiemelését a mederburkolat elbontása követte (3. kép), a rézsűburkolati elemeket eltávolítottuk, a még ép táblákat későbbi, javításra történő felhasználáshoz bedepónáltuk. A monolitiként készült mederelemeket ugyancsak elbontottuk.



1. kép. Tiszafüredi II. mellékcsatorna depónia gaztalanítása  
(saját fotó, 2022)



2. kép. Kivitelezéssel érintett mederszakasz víztelenítése csapadék után  
(saját fotó, 2022)



*3. kép. A Tiszafüredi II. mellékcsatorna meglévő mederburkolatának elbontása  
(saját fotó, 2022)*

A bal parti depónia elégtelen szélessége miatt, a kivitelezéssel érintett szakaszon, helyi anyagból történt meg annak megszélesítése. A mederfenék túlkotrásával kialakítottuk a fenék stabilizálásához beépíteni kívánt bányakavics réteg helyét, melyet geotextíliára helyeztünk el. A meglévő burkolathoz való csatlakozáshoz a mederre merőlegesen kiásásra került egy-egy árok a mintaszakasz mindkét végén. A rézsúk profilozását követően a csatorna partélein fejrakok kiemelésével előkészítettük a munkaterületet a betonpaplan leterítéséhez.

### **CCX-M™ betonpaplan mederszigetelés kiépítése**

A gyártó által megszabott módon történő kivitelezés biztosításához 3 főt delegált a Concrete Canvas. A munka irányítását, felügyeletét Simon Lester építőmérnök, új termék bevezetési menedzser, Angliából, Flavio Cosma olasz mérnök, üzletfejlesztési menedzser, Olaszországból, valamint Bozi György, a Concrete Canvas magyarországi képviselőjének üzletfejlesztési vezetője látta el.

A gyártó által biztosított 12 db, egyenként 25,2 fm hosszú, 50,4 m<sup>2</sup>-es tekercsek átvételét követően kiszállítottuk a munkaterület mellett található csatornaórházunkhoz. A beépítés helyszínére emelőkeret alkalmazásával helyeztük át egy JCB 3CX típusú földmunkagép segítségével.

A meder kibélelését a mintaszakasz alsó végétől kezdtük meg. A szükséges tekercshosszokat a terítést követően, a beépítési szelvényhez igazítva szabtuk le (4. kép). Az elhelyezésnél ügyeltünk arra, hogy a szelvényalakban lévő töréseknél (rézsűláb) minél jobban illeszkedjen az anyag. A kezdőszelvényt a lezárást biztosító munkaárokba behajtottuk, amit helyszíni betonozással terheltünk le. Ez a helyszíni betonozás biztosította az átmenetet is a betonpaplanos mederszakasz, valamint a meglévő burkolattal rendelkező mederszakasz között.

A betonpaplan rétegek illesztésének kiképezését a két külföldről delegált mérnök mutatta be (5. kép). A két betonpaplan réteg átfedésére 10 cm volt előírva. Az átfedésben alul elhelyezkedő rétegről kefével el kellett távolítani a cementport, a felső rétegről géprongy segítségével ugyancsak le kellett törölni a szennyeződések. Ezt követően egy hőlégfúvó használatával a felső rétegen található geomembránt megolvasztva a két réteg összenyomásával kellett a betonpaplan rétegeket összesütni. A fejrakokban a rétegek illesztését betonvasból készített cö-

vekkal rögzítettük (6. kép). Ezt követően rozsdamentes csavarokkal kellett biztosítani az illesztések stabilitását (7. kép). A rétegek fektetése, leszállása párhuzamosan folyt a már elhelyezett ívek összesítésével. Tekintettel arra, hogy a rétegek hegesztése lassabb munkafolyamat volt, így a napi teljesítményt az adott napon elvégezhető hegesztések száma határozta meg. Az első napon a külföldi delegáció délutáni órákban történő megérkezésekor kezdődött meg a kivitelezés, így aznap 8 ív elhelyezése valósult meg. A következő napon a fennmaradó mederszakaszt is kibéleltük a mederszigetelő anyaggal. A napi teljesítményeket az 1. táblázatban ismergetjük. A leterített íveket éjszakánként fóliatakarással láttuk el, ezzel védve az esetlegesen kialakuló csapadéktól (8. kép).



4. kép. CCX betonpaplan elhelyezése, méretre szabása  
(saját fotó, 2022)

2022. február 22.	15,2 fm	100 m <sup>2</sup>
2022. február 23.	71,8 fm	470 m <sup>2</sup>
<b>Összesen:</b>	<b>87 fm</b>	<b>570 m<sup>2</sup></b>

1. táblázat. Betonpaplan kivitelezés napi előre haladása számokban

A harmadik napon következett a betonpaplan hidratálása (9. és 10. kép). A CCX™ 14,5-15,5 kg/m<sup>2</sup> saját tömegére megközelítőleg 7 l/m<sup>2</sup> vizet kellett felhasználni a megfelelő hidratálás érdekében. A hidratáláshoz szükséges vízmennyiséget egy 1 m<sup>3</sup> térfogatú műanyag tartály, valamint 2 db 1 m<sup>3</sup>/óra teljesítményű búvárszivattyúval juttattuk ki. Az elfogadható állapot az volt, ha a betonpaplan felülete enyhén nedves hatást mutatott a hidratálást követően. Az ala-

csony hőmérsékletek figyelembevételével Simon Lester instrukciói szerint a betonpaplant hidratálás után legalább 72 órára le kellett takarnunk a korábban is használt fekete fóliával. Ennek célja az volt, hogy a cement kötésével fejlődő hő minél jobban helyben tartsuk, ezzel további védelmet nyújtva a kötési időszakban kialakuló fagypont közeli hőmérsékletektől.



*5. kép CCX betonpaplan rétegek hegesztésének bemutatása a Concrete Canvas munkatársai által (saját fotó, 2022)*



*6. kép: Rögzítő cövek leverése (saját fotó, 2022)*



*7. kép: Betonpaplan rétegek csavaros rögzítése (saját fotó, 2022)*



8. kép. Betonpaplan fóliával történő letakarása éjszakai időszakra, hidratálás előtt  
(saját fotó, 2022)

2022. február 22.	15,2 fm	100 m <sup>2</sup>
2022. február 23.	71,8 fm	470 m <sup>2</sup>
<b>Összesen:</b>	<b>87 fm</b>	<b>570 m<sup>2</sup></b>

2. táblázat. Betonpaplan kivitelezés napi előre haladása számokban

A harmadik napon következett a betonpaplan hidratálása (9. és 10. kép). A CCX™ 14,5-15,5 kg/m<sup>2</sup> saját tömegére megközelítőleg 7 l/m<sup>2</sup> vizet kellett felhasználni a megfelelő hidratálás érdekében. A hidratáláshoz szükséges vízmennyiséget egy 1 m<sup>3</sup> térfogatú műanyag tartály, valamint 2 db 1 m<sup>3</sup>/óra teljesítményű búvárszivattyúval juttattuk ki. Az elfogadható állapot az volt, ha a betonpaplan felülete enyhén nedves hatást mutatott a hidratálást követően. Az alacsony hőmérsékletek figyelembevételével Simon Lester instrukciói szerint a betonpaplant hidratálás után legalább 72 órára le kellett takarnunk a korábban is használt fekete fóliával. Ennek célja az volt, hogy a cement kötésével fejlődő hő minél jobban helyben tartsuk, ezzel további védelmet nyújtva a kötési időszakban kialakuló fagypont közeli hőmérsékletektől.

A negyedik napon a mederszakasz hidratáltságát felülvizsgáltuk, s ahol szükséges volt további hidratálást végeztünk. A fóliatakarást 2022. február 28-án távolítottuk el véglegesen. Ezt követően megtörtént a fejárkok betemetése (11. kép) és a depónia koronájának rendezése a munkaterülettel párhuzamos szakaszokon. Végezetül elbontásra kerültek az ideiglenes mederelzárások is. A csatornaszakaszt – a beérkező halastavi vízígények kiszolgálásához – március hónap elején üzembe is helyeztük (12. kép).

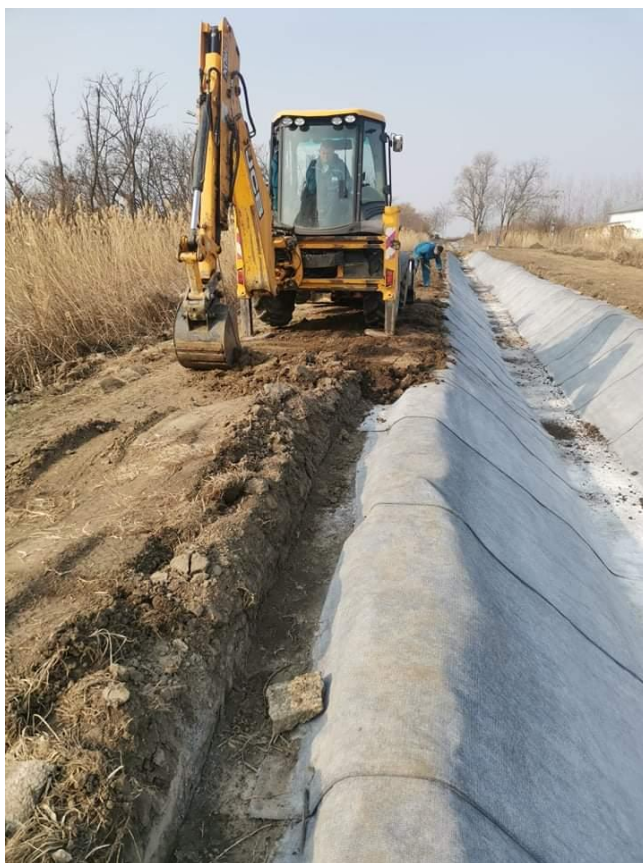




*9. kép: Betonpaplan hidratálása  
(saját fotó, 2022)*



*10. kép: Betonpaplan munkaterület madártávlatból, hidratálás közben  
(fotó: Tóth Gábor, 2022)*



*11. kép: Fejárok visszatemetése, depónia rendezése  
(fotó: Nagy Lajos, 2022)*



*12. kép: A kivitelezés után üzembe helyezett mederszakasz  
(saját fotó, 2022)*

## TAPASZTALATOK A CCX-M™ ELHELYEZÉSÉVEL KAPCSOLATOSAN

- Az elhelyezés – tekintve, hogy a betonpaplan tömege 14,5-15,5 kg/m<sup>2</sup>, szemben a CC5™ 7 kg/m<sup>2</sup> tömegével – még gépesítés mellett is nagyobb élőmunkaerőt igényel.
- A gépi mozgatás mellett végzett, helyszíni szabással a terítési idő nagyban gyorsítható.
- A hegesztési folyamatnál az alacsonyabb külső hőmérséklet által gyakorolt negatív hatásokat (hővesztés) is figyelembe kell venni a megfelelő hegesztés elvégzéséhez.
- A hegesztőgép fúvókájának alakja minél szélesebb és minél keskenyebb legyen a kívánt olvasztóhatás eléréséhez.
- A hidratálás üteme az anyag nagy nedvszívóképességéből eredően gyorsabban végezhető, mint a CC5™ esetében. A 3-4 m<sup>3</sup>/óra teljesítményű szivattyúkkal az anyag hidratálható.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A CCX™ kivitelezése összességében nem sok különbséget mutat a hagyományos CC™ betonpaplanokétól. Annak, aki már rendelkezik betonpaplannal kapcsolatos kivitelezési tapasztalattal a CCX™ beépítése nem fog fejtörést okozni. Saját tömegéből adódóan a fektetést mindenképp gépesítéssel kell megszervezni, amivel rengeteg kivitelezési idő megspórolható. A kivitelezési tapasztalatok alapján alacsonyabb hőmérsékleti viszonyok között is végezhető. Ez lehetővé teszi, hogy öntözési idényen kívül, öntözőcsatornákon, vízpótló létesítményeken is alkalmazható legyen, akkor, amikor a karbantartási munkák jelentős része végezhető. A későbbi állagmegóvás érdekében a betonpaplannal bélelt csatornaszakaszok tisztítását oly módon kell elvégezni, ami az anyag állagát megóvjá (kézi vagy élvédővel ellátott gépi iszaptalanítás). A betonpaplan felhasználása a természetesnek tekinthető vízminőségű vízfolyásokon ajánlott, ott, ahol kémiai anyagokkal szennyezett vízzel nem találkozik, mivel erre vonatkozó ellenálló képességgel nem rendelkezik az anyag. A CCX™ alkalmazhatóságát a különböző körülmények között végzett kivitelezésekről készült esettanulmányok fogják szemléltetni, amelyek alapján a leendő felhasználók tájékozódhatnak. A Tiszafüredi II. mellékcsatornán végzett kivitelezés esettanulmánya jelenleg fordítás alatt áll, a magyar verzió néhány héten elérhető lesz a magyarországi forgalmazó honlapján.

## IRODALOM

<https://www.betonpaplan.hu/szakmai-leirasok>