

XXXII. Országos Tudományos Diákköri Konferencia

Budapest, 2015. március 25-27

Téma: *Vízzennyezési vészhelyzetek kezelésének kidolgozása*

az árvízvédelmi szabályzásnál

Hallgató: *Kisfaludi-Bak Zsombor*

Kolozsvári Műszaki Egyetem

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
2. Lelesti folyó szabályzása – rövid összefoglaló - a Lelesti és Ciceu-Mihaiesti települések árvízvédelmének érdekében	4
3. A típuskeresztmetszetek, számolásokkal és limnimetrikus kulcsokkal	7
4. Végzett kísérlet	10
5. Eredmények felhasználása, jelenlegi megoldási módszer javításának lehetőségei	12
6. Vészhelyzetbeli azonnali megoldási módszerjavaslat	12
7. Irodalomjegyzék	13

1. Bevezetés

Témaválasztásomat az egyre gyakoribb vízszennyezések és árvizek előfordulása indokolja, mint például a 2009. augusztusában bekövetkezett szennyezés a Duna folyamán, vagy akár a kevesebb, mint fél éve bekövetkezett szennyeződés a Kis-Szamos folyón 2013. augusztus 8-án.

A jelenlegi megoldási módszereket a Szamos-Tisza Vízyűjtő Hivatal egy munkatársa, egyben egyetemi tanárom ismertette egy megtörtént eset kapcsán. Az olajszennyeződés bekövetkezése után az első lépés felmérni a szennyeződés mértékét, ezután pedig meghatározni a folyó azon pontját, ahova a készenléti egységek a szennyeződés előtt kiérhetnek. A következő lépés egy speciális abszorpciós anyag (olajszármazékok felszívására, lekötésére alkalmas anyag) adagolása a szennyeződéshez, valamint egy mozgó gát alkalmazásával a vízfelszín szennyeződéseinek felfogása és eltávolítása.

Ezen módszer alkalmazásával a következő hibákat lehetett megfigyelni több esetben is: az abszorpciós anyag nagymértékű túlادagolása (akár több teherszállító gépjármű mennyiségű eltérés), a mozgó gát mellett olajsávok továbbhaladása, mely a gát alkalmatlanságából adódik, ugyanis előfordul, hogy a mozgó gát egy vízfelszínre engedett, gépekre felfüggesztett farönkökből állt.

Véleményem szerint, hatékonyabb vízszennyezési vészhelyzetekre való felkészülést, megoldási módszert lehet kialakítani ha ezen módszer szorosan kapcsolódik az adott folyó árvízvédelmi szabályozásával. Ennek vizsgálása érdekében megterveztem egy folyó árvízvédelmi szabályzását, hogy az alapján tudjam vizsgálni egy esetleges olajszennyezés megoldásának lehetőségeit.

2. Lelesti folyó szabályzása –rövid összefoglaló - a Lelesti és Ciceu-Mihaiesti települések árvízvédelmének érdekében

Első lépésként ellenőriztem a kezdeti hipotéziseket. Elvégeztem a számolásokat nem egyenletes mozgást feltételezve a Bernoulli-elmélet alapján, valamint egyenletes mozgást

feltételezve a Chezy tétel alapján. Az eredmények közti különbség 3% alatti, ami kevesebb, mint az aktuális törvény által előírt 5%-os legnagyobb megengedett érték.

A kezdeti feltételek ellenőrzése után betápláltam a kezdeti adatokat, vagyis keresztmetszeteket és elvégeztem a hidraulikai számolásokat természetes vízmozgás esetén az 1, 5, 10 és 20%-os meghaladási lehetőségű hozamok esetén, melyek eredményeit egy vízszint és sebesség változásait tartalmazó táblázatba foglaltam. A táblázat a számolások eredményeivel a következő oldalon figyelhető meg!

VÍZSZINT ÉS SEBESSÉG VÁLTOZÁSA – TERMÉSZETES VÍZMOZGÁS

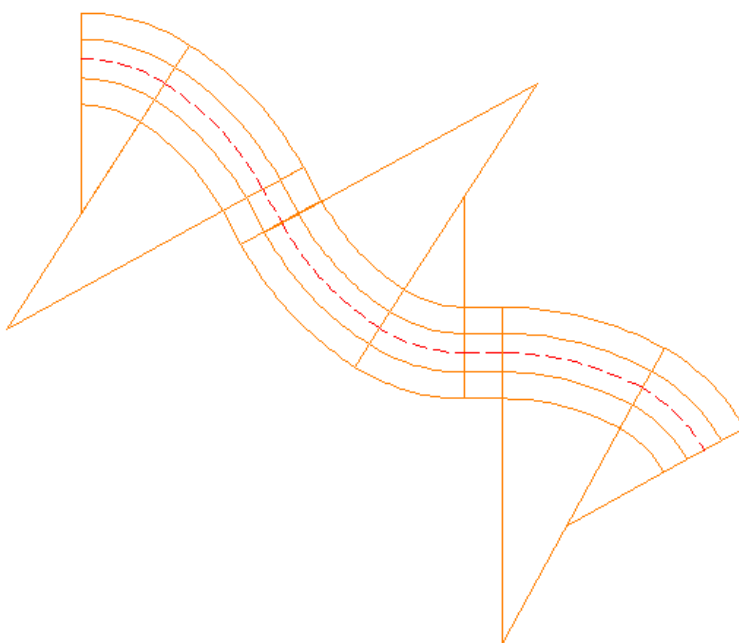
Nr. Profil	Mederfenék szint <mdMN>	Q _{20%} = 23.3 mc/s		Q _{10%} = 33.6 mc/s		Q _{5%} = 43.5 mc/s		Q _{1%} = 80.5 mc/s	
		Vízszint	Sebesség	Vízszint	Sebesség	Vízszint	Sebesség	Vízszint	Sebesség
		<mdMN>	<m/s>	<mdMN>	<m/s>	<mdMN>	<m/s>	<mdMN>	<m/s>
P1	234.28	236.34	1.67	236.74	1.75	237.04	1.84	238.53	0.84
P2	234.98	237.12	2.06	237.70	0.79	237.70	1.02	237.91	1.02
P3 RV	238.47	239.61(0.07)	1.99	239.85(0.31)	2.27	240.06(0.52)	2.49	240.76(1.22)	3.07
P4	240.03	241.28	1.78	241.47	1.97	241.64(0.05)	2.06	242.01(0.42)	2.55
P5	242.36	243.58(0.17)	1.70	243.76(0.35)	1.94	243.91(0.50)	2.13	244.39(0.98)	2.69
P6	245.68	247.16	1.31	247.28	1.43	247.38	1.52	247.67	1.57
P7 RV	248.69	250.29	2.44	250.68	2.73	251.04	2.94	252.25(0.20)	3.46
P8 RV	250.49	252.16	2.22	252.49(0.05)	2.50	252.78(0.34)	2.72	253.74(1.30)	3.26
P9	251.49	253.02	1.95	253.31	2.14	253.60	2.15	254.25	2.28
P10 RV	252.41	254.16	2.12	254.46	2.19	254.63	2.38	255.16	2.98
P11	255.47	256.90	2.19	257.13	2.25	257.32	2.30	257.86	2.20
P11A RV	259.27	260.85	3.30	261.19	3.66	261.47	3.92	262.33(0.50)	4.64
P12 RV	260.62	263.03(0.82)	2.27	263.79(2.56)	2.47	264.49(2.28)	2.60	267.03(4.82)	2.89
P13	261.24	262.74	2.38	262.99	2.35	263.18	2.33	263.68	2.22
P14 RV	263.69	265.28(0.16)	2.41	265.58(0.46)	2.73	265.86(0.74)	2.96	266.76(1.64)	3.56

P15	266.48	267.64	1.84	267.83	2.04	267.99	2.18	268.46	2.47
P16	268.91	270.55	2.19	270.73	2.46	270.89	2.66	271.36	3.14
P17	282.03	283.31	2.23	283.51	2.47	283.67	2.66	284.12	2.97
P18	287.29	289.04	2.69	289.38	2.84	289.54	3.22	290.34	2.78
P19 RV	295.54	298.06	3.19	298.59(0.06)	3.52	299.08(0.55)	3.74	300.81(2.28)	4.26
P20	297.80	299.06	3.22	299.31	3.55	299.52	3.80	300.10	4.49

A számolási hozam az 5%-os hozam, amely 43,5 köbméter másodpercenként. Ezen számolásokat követően meghatároztam az árterületet.

Megterveztem három átszervezési keresztmetszettípust, melyek mind különböző keresztmetszettel és limnimetrikus kulccsal rendelkeznek. Mindhárom esetben a meder lejtési szöge 1 az 1,5-höz, de az alapi szélesség változó. A négy méter alapszélességű keresztmetszettípusokat a forráshoz közelebb alkalmaztam, ahol a lejtésszög nagyobb, így a sebesség is nagyobb, tehát az aktív terület kisebb. Az öt méter alapszélességű keresztmetszettípust pedig a kiöntéshez közeledve a 4.-16. profilok között alkalmaztam. Az első és negyedik profil között nem terveztem munkát, mivel az érintett terület már a Nagy-Szamos árterületéhez tartozik.

Mindezek után megszerkeztettem a folyó szabályzott tengelyét a hosszanti metszeten és megterveztem a stabil meder hosszanti elemeit.



1. ábra. A stabil meder hosszanti elemei

A tengely kijelölése után a 10-es és 20-as profilok esetén a szabályzott meder szintje magasabban helyezkedett el a természetes meder szintjénél, így fenékbukóra volt szükség. A 20-

as profilnál a metszet utáni magasság is a kritikus magasság alatti érték (a Froude együttható értéke 1 feletti), így rohanó rendszerű mozgást figyelhetünk meg a metszet mindkét oldalán, tehát nem jön létre hidraulikus ugrás.

A 10-es profilnál viszont a metszet utáni magasság a kritikus magasság feletti értékkel rendelkezik, vagyis a metszetet követően lassú rendszerű mozgás jön létre. A kontrakció szelvényében viszont rohanó rendszerű vízmozgás van, így vízugrás következik be, és, mivel a konjugált magasság a metszet utáni magasságnál nagyobb, a vízugrás távolodott vízugrás és süllyesztett utófenék szükséges. Iterációs számolás után a süllyesztés 0,5 méteres, az ugrás hossza 12,0 méter és az ez utáni védett hossz 10 méter.

A partok megszilárdítása érdekében 6 típusmunkálatot terveztem:

- **Kőhasáb vesszőkötegen**

A köteg a tervezett mederfenék alatt helyezkedik el, rendelkezik egy hasáb alól kiérő szabad hosszal a meder-erózió átvételének érdekében. A kőhasáb dőlésszöge 1:1,5-höz. Ezt a típusmunkálatot a forráshoz közeli nagy sebességek esetében használtam.

- **Kőburkolatos típusok**

A **kőburkolatos típusok**nál először egy alap betongerendát valósítanak meg, ami 0,5x0,8 méteres, C8/10-es betonból öntődik, majd az oldalon elhelyezkedik egy 15 cm vastagságú áteresztő kavicsréteg, amire rá fog kerülni a kőburkolat. Efölé ismét betongerenda kerül, amely már csak 0,15x0,45 méteres, majd a további védelem érdekében füvesített rétegeket helyeznek el. A **rendezett kőburkolat** 3 m/s feletti sebességnél választottam, ahol a hely szűke engedi, és tartalmaz 0,4 méter hosszú 110mm-es PVC csöveket. A **száraz kőburkolat** a 3 m/s alatti sebességeknél alkalmaztam.

- **Támaszfalás típusok**

A **támaszfalás** típusok ott érvényesülnek, ahol a fizikai hely túl szűk egyéb típusok kivitelezésére. A támaszfalakat ellenőriztem csúszásra, dőlésre, teherbírásra és veszélyes metszetekre.

Az összes típusra érvényes, hogy a kövek legkisebb mérete legalább 30 cm kell legyen és minimális súlya 37 kg. A rőzseköteg szabad hossza pedig 2 méter.

3. A típuskeresztmetszetek, számolásokkal és limnimetrikus kulcsokkal

Sectiunea de reprofilare tip 1 - Calcule
Worksheet for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	c:\haestad\academic\fmw\project1.fm2
Worksheet	profil regularizat 1
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Input Data	
Mannings Coefficient	0.032
Channel Slope	0.017680 m/m
Left Side Slope	1.500000 H : V
Right Side Slope	1.500000 H : V
Bottom Width	4.00 m
Discharge	43.50 m ³ /s

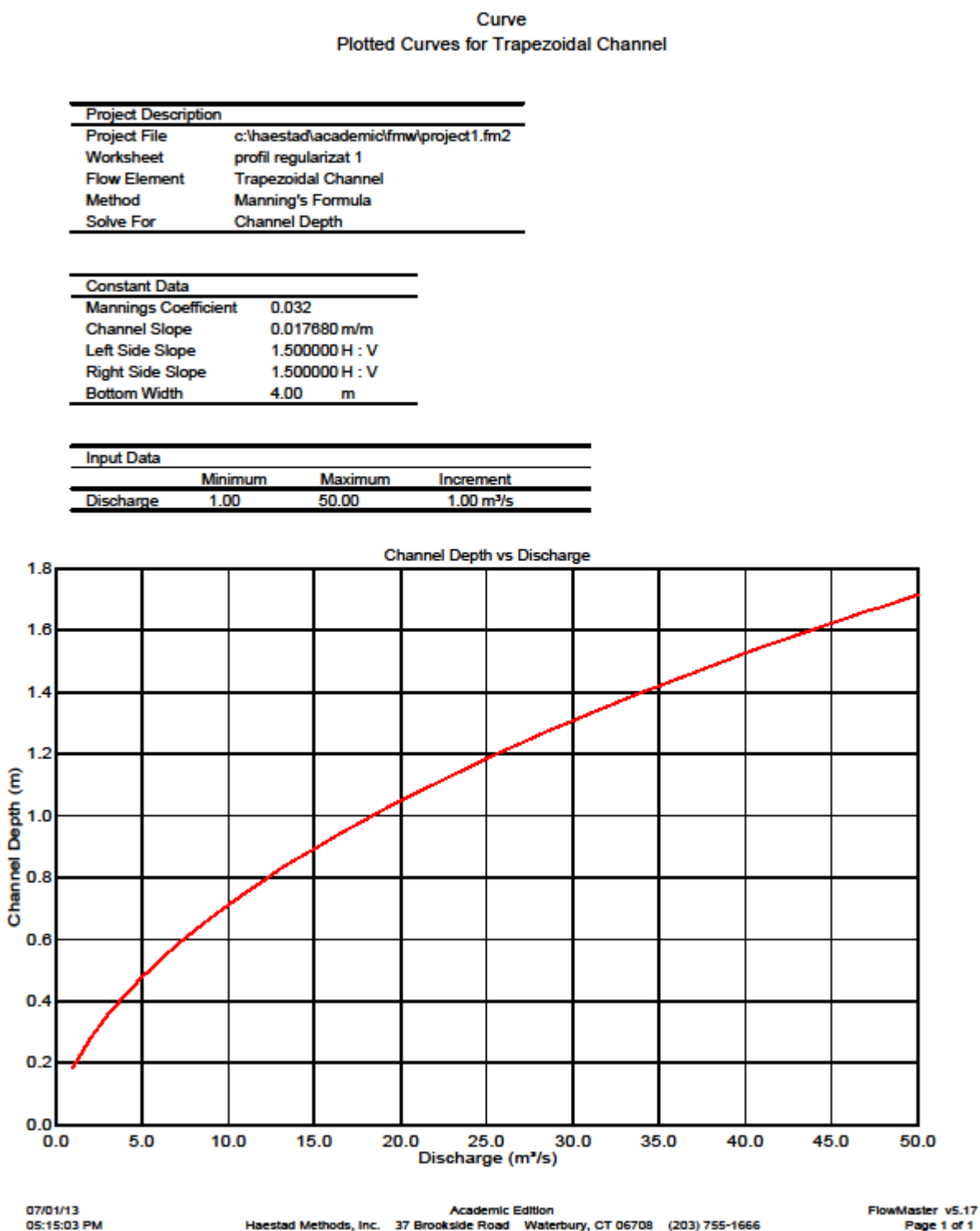
Results		
Depth	1.50	m
Flow Area	10.17	m ²
Wetted Perimeter	9.74	m
Top Width	8.78	m
Critical Depth	1.82	m
Critical Slope	0.010876	m/m
Velocity	4.28	m/s
Velocity Head	0.93	m
Specific Energy	2.52	m
Froude Number	1.27	
Flow is supercritical.		

07/01/13
05:00:20 PM

Academic Edition
Haestad Methods, Inc. 37 Brookside Road Waterbury, CT 06708 (203) 755-1666

FlowMaster v5.17
Page 1 of 1

2. ábra. Első átszervezési keresztmetszet főbb jellemzői és a hidraulikai számolás eredményei (FlowMaster program)

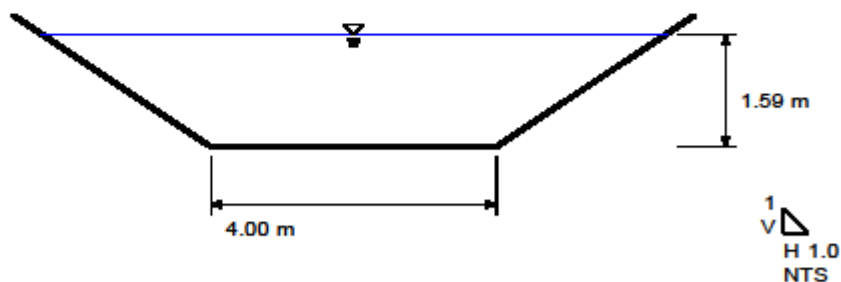


3. ábra. Első átszerezési keresztmetszet limnimetrikus kulcsa (hozam-vízszint diagramm)

Cross Section
Cross Section for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	c:\haestad\academic\fmw\project1.fm2
Worksheet	profil regularizat 1
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Section Data	
Mannings Coefficient	0.032
Channel Slope	0.017880 m/m
Depth	1.59 m
Left Side Slope	1.500000 H : V
Right Side Slope	1.500000 H : V
Bottom Width	4.00 m
Discharge	43.50 m ³ /s



07/01/13
05:15:41 PM

Academic Edition
Haestad Methods, Inc. 37 Brookside Road Waterbury, CT 06708 (203) 755-1666

FlowMaster v5.17
Page 1 of 1

4. ábra. Első átszervezési keresztmetszet

Sețiunea de reprofilare tip 2 - Calcule
Worksheet for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	c:\haestad\academic\fmw\project1.fm2
Worksheet	profil regularizat 2 (p18-18)
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Input Data	
Mannings Coefficient	0.032
Channel Slope	0.015090 m/m
Left Side Slope	1.500000 H : V
Right Side Slope	1.500000 H : V
Bottom Width	4.00 m
Discharge	43.50 m ³ /s

Results	
Depth	1.66 m
Flow Area	10.77 m ²
Wetted Perimeter	9.98 m
Top Width	8.98 m
Critical Depth	1.82 m
Critical Slope	0.010676 m/m
Velocity	4.04 m/s
Velocity Head	0.83 m
Specific Energy	2.49 m
Froude Number	1.18
Flow is supercritical.	

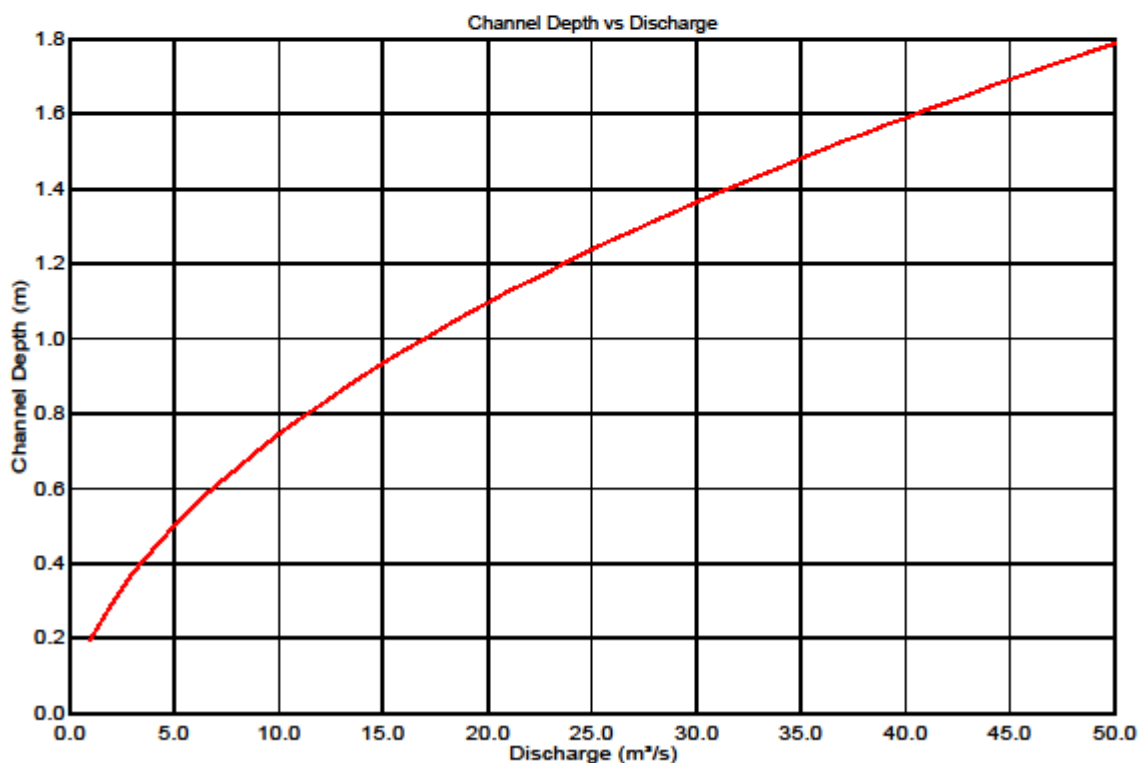
5. *ábra.* Második átszervezési keresztmetszet főbb jellemzői és a
hidraulikai számolás eredményei (FlowMaster program)

Curve
Plotted Curves for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	c:\haestad\academic\fmw\project1.fm2
Worksheet	profil regularizat 2 (p18-16)
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Constant Data	
Mannings Coefficient	0.032
Channel Slope	0.015090 m/m
Left Side Slope	1.500000 H : V
Right Side Slope	1.500000 H : V
Bottom Width	4.00 m

Input Data			
	Minimum	Maximum	Increment
Discharge	1.00	50.00	1.00 m ³ /s



07/01/13
05:19:24 PM

Academic Edition
Haestad Methods, Inc. 37 Brookside Road Waterbury, CT 06708 (203) 755-1666

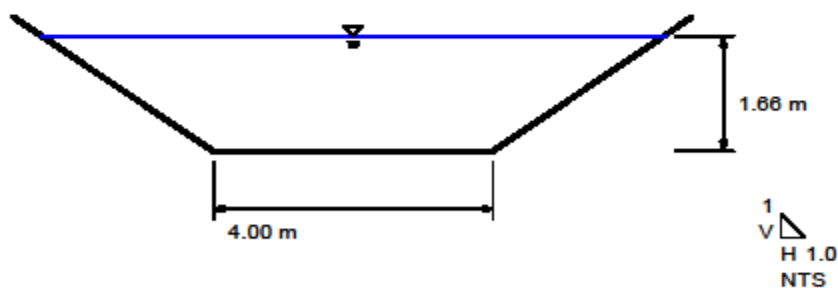
FlowMaster v5.17
Page 1 of 1

6. ábra. Második átszerezési keresztmetszet limnimetrikus kulcsa (hozam-
vízszint diagramm)

Cross Section
 Cross Section for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	c:\haestad\academic\fmw\project1.fm2
Worksheet	profil regularizat 2 (p18-16)
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Section Data	
Mannings Coefficient	0.032
Channel Slope	0.015090 m/m
Depth	1.66 m
Left Side Slope	1.500000 H : V
Right Side Slope	1.500000 H : V
Bottom Width	4.00 m
Discharge	43.50 m ³ /s



07/01/13
 05:20:24 PM

Academic Edition
 Haestad Methods, Inc. 37 Brookside Road Waterbury, CT 06708 (203) 755-1666

FlowMaster v5.17
 Page 1 of 1

7. ábra. Második átszervezési keresztmetszet

Sețiunea de reprofilare tip 3 - Calcule
Worksheet for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	c:\haestad\academic\fmw\project1.fm2
Worksheet	profil regularizat 3 (p16-3)
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Input Data	
Mannings Coefficient	0.032
Channel Slope	0.008600 m/m
Left Side Slope	1.500000 H : V
Right Side Slope	1.500000 H : V
Bottom Width	5.00 m
Discharge	43.50 m ³ /s

Results		
Depth	1.78	m
Flow Area	13.42	m ²
Wetted Perimeter	11.33	m
Top Width	10.27	m
Critical Depth	1.66	m
Critical Slope	0.010605	m/m
Velocity	3.24	m/s
Velocity Head	0.54	m
Specific Energy	2.29	m
Froude Number	0.91	
Flow is subcritical.		

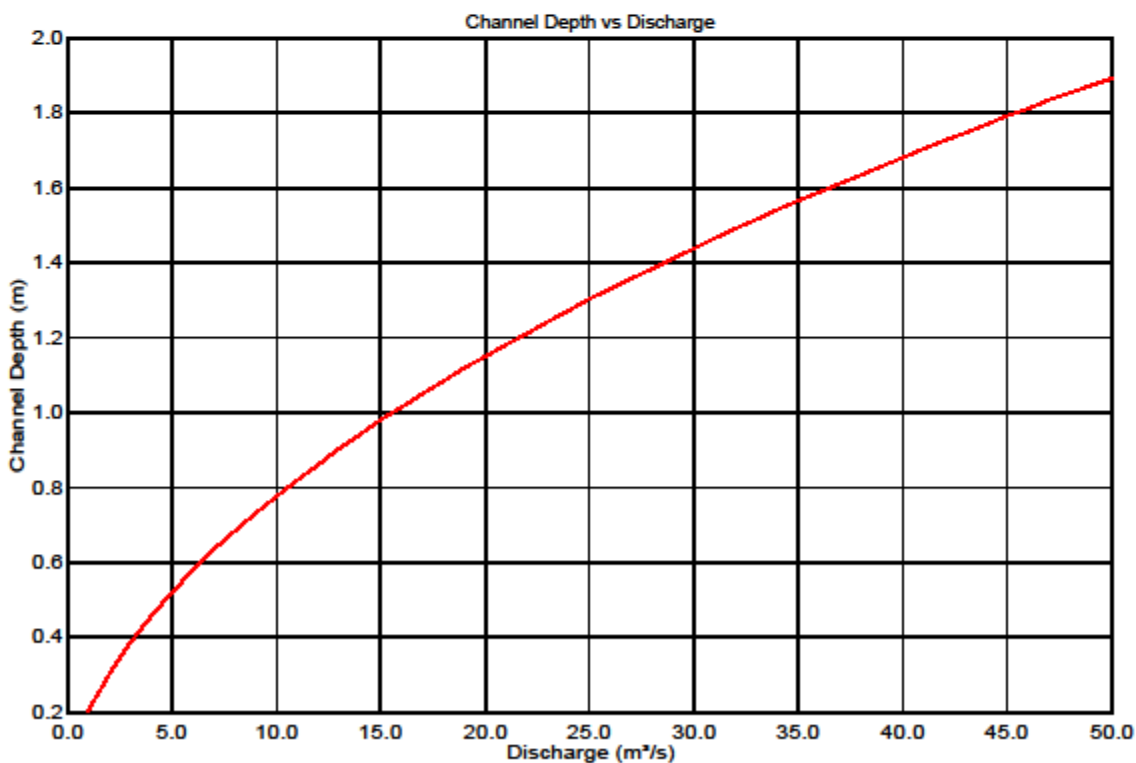
8. ábra. Harmadik átszervezési keresztmetszet főbb jellemzői és a
hidraulikai számolás eredményei (FlowMaster program)

Curve
Plotted Curves for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	c:\haestad\academic\fmw\project1.fm2
Worksheet	profil regularizat 3 (p16-3)
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Constant Data	
Mannings Coefficient	0.032
Channel Slope	0.008800 m/m
Left Side Slope	1.500000 H : V
Right Side Slope	1.500000 H : V
Bottom Width	5.00 m

Input Data			
	Minimum	Maximum	Increment
Discharge	1.00	50.00	1.00 m ³ /s



07/01/13
05:21:50 PM

Academic Edition
Haestad Methods, Inc. 37 Brookside Road Waterbury, CT 06708 (203) 755-1666

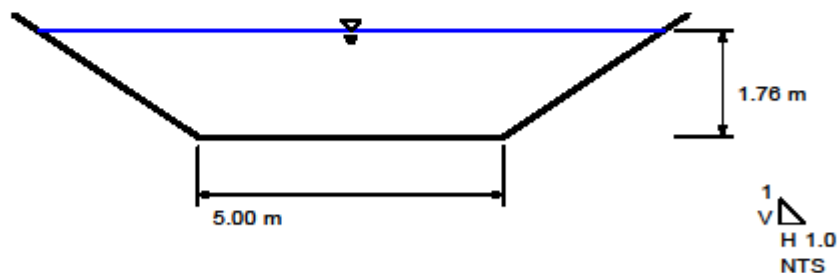
FlowMaster v5.17
Page 1 of 1

9. ábra. Harmadik átszerezési keresztmetszet limnimetrikus kulcsa
(hozam-vízszint diagramm)

Cross Section
Cross Section for Trapezoidal Channel

Project Description	
Project File	c:\haestad\academic\fmw\project1.fm2
Worksheet	profil regularizat 3 (p18-3)
Flow Element	Trapezoidal Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Channel Depth

Section Data	
Mannings Coefficient	0.032
Channel Slope	0.008600 m/m
Depth	1.76 m
Left Side Slope	1.500000 H : V
Right Side Slope	1.500000 H : V
Bottom Width	5.00 m
Discharge	43.50 m ³ /s



07/01/13
05:22:17 PM

Academic Edition
Haestad Methods, Inc. 37 Brookside Road Waterbury, CT 06708 (203) 755-1666

FlowMaster v5.17
Page 1 of 1

10. ábra. Harmadik átszervezési keresztmetszet

4. Végzett kísérlet

Az Országos Környezetvédelmi Fejlesztési és Kutatási Intézet által ajánlott, egyben az országban leginkább használt abszorpciós anyagot teszteltem. A vízszennyezést fáradt olajjal idéztem elő, mivel az előző fejezetben említett mindkét szennyeződés esetén a szennyyanyag fáradt olaj volt.

Két átlátszó tározóba egy bizonyos szintű vízrétegbe fáradt olajat öntöttem.



5. ábra. Tározó vízzel és olajszennyeződéssel

Az első tározóban így egy 1,2 cm-es olajréteget nyertem. Az első tározó segítségével vizsgáltam az anyag alkalmasságát, így annak nem teljes felületére adagoltam egyenletesen a felitató anyagból, a tározó szélén hagyva olajfelületet. A tározó közepén a felitató anyaggal reagált részen egy léket vágtam, hogy megfigyelhető legyen a kezelés utáni vízfelszín. Az összehasonlítást legjobban a következő két ábra mutatja.



6. ábra. Abszorpció anyag megfelelőségi kimutatása

A második tározóba engedett fáradt olaj a felszínen maradv 1,35 cm-es vastagságú réteget alkotott, melynek súlya 0,813 kg volt (a fáradt olaj sűrűsége 850 kg/m^3). Ehhez az olajréteghez összesen 202 g lekötő anyagot adagoltam fokozatosan, míg az olajréteg teljesen fel nem szívódott az abszorpció anyag által. Ezek alapján a specifikus anyag fáradt olaj lekötési kapacitása 4,06-szoros saját súlya, míg a gyártó által kiadott műszaki leírásban [1] (általános szennyeződésre) 8-12-szeres saját súly van feltüntetve. A saját kísérlet alapján egy köbméter olajszennyeződés lekötéséhez 209,1 kg abszorpció anyag szükséges.



7. ábra. Második tározó egyenletesen elosztott felitató anyaggal

A megfigyelés másik szempontja volt, hogy a kezelés után milyen olajszennyeződési maradványok figyelhetők meg. Ennek kapcsán kijelenthető, hogy a vízfelszínről teljesen eltávolítható a szennyeződés, de az oldalfalak, partok mentén marad a szennyeződésből.



8.ábra. A szennyeződés eltávolításának szakasza (mint látható tiszta
vízfelszín eredményezve)

5. Eredmények felhasználása, jelenlegi megoldási módszer javításának lehetőségei

Elsődleges célom az első fejezetrészen bemutatott aktuálisan alkalmazott módszer javítása, pontosítása volt. Az első említett hiba, ami jelentkezhet, az a felitató anyag túladagolása, esetenként akár az igény háromszorosával. Alapvetően az alkalmazott anyag természetes biológiai úton lebomlik, de csak megfelelő idő leforgása alatt, és a sűrű folyómenti építkezés miatt ez szennyeződésnek minősül, mindaddig míg teljes mértékben le nem bomlik, másrészt pedig a lekötött olajréteg kiemelését és eltávolítását nehezíti e túladagolt felitató anyag, mivel szennyeződés hiányában a felitató anyag nem rendelkezik kohéziós erővel, mely összetarthatná, így egy porréteghez hasonlóan fog terjedni. Fontos megjegyezni, hogy az abszorpciós anyag 72 órán át képes a vízfelszínen maradnia [1], ezért is célszerű elkerülni a

túlzott mennyiség adagolását a szennyezett folyóba. Ennek elkerülése végett végeztem kísérletet, hogy megállapíthassam a lekötő anyag szükséges mennyiségét, ami az eredmények alapján 210 kg/m^3 olajmennyiség a fáradt olaj esetén. Az alkalmazás során ezt az értéket többszörösíteni kell egy együtthatóval, amely értéke a szennyezési mérték felmérésének pontosságától függ.

A másik megfigyelt gyenge pont a mozgógát választásából ered. Az alkalmazott farönk felfüggesztő megoldás hátránya a gát vízszinten tartása, szintbeállítása. Ez a nehézség kiküszöbölhető bizonyos úszó felszíni gátak alkalmazásával, melyeket zárt, vizet és levegőt tartalmazó, a két parton rögzített könnyű csövek alkothatnak.

6. Vészhelyzetbeli azonnali megoldási módszerjavaslat

A bekövetkezett olajszennyeződések megoldásának kapcsán egy nagy hátrány, hogy a rendelkezésre álló idő alatt nem lehetséges, csak megközelítő pontosságú hidraulikai számításokat végezni. Ennek javítása érdekében terveztem egy programot, amely az ilyen esetekben segítséget nyújt. Alapvetően a program rendelkezik a meder topografikus felmérésével és az ezen felmérés alapján elvégezhető számítások eredményeivel, mint például a keresztmetszetek limnimetrikus kulcsaival, más néven a vízszint-vízhozam diagramokkal, amely a továbbiakban fontos szerepet fog játszani. Továbbá be van táplálva a készenléti egységek és szervek vagy azok kirendeltségeinek földrajzi helyzetei, az aktuális úthálózat, amelyet alkalmazhatnak ezen egységek, ezek alapján pedig összeállíthatóak mindazon útvonalak, amelyek a folyó bizonyos pontjához juttatnak el. Természetesen ezen utak mind más pontokhoz vezetnek.

A vészhelyzetek beálltakor be kell táplálni az aktuális vízszintet egy adott keresztmetszetben, amely alapján meghatározható az aktuális hozam, a keresztmetszet limnimetrikus kulcsának felhasználásával. Egy pontosabb eredmény elérése érdekében több keresztmetszeten is lehet vizsgálni a számításokkal. További szükséges adat a készenléti egységek reakcióideje, vagyis az elindulásukhoz szükséges időtartam. A program az egységek egy bizonyos adott sebességével számol, pontos eredmények úgy érhetők el, hogy szimulálást végeznek. Az olajsáv haladási sebessége egy számos bemeneti értékkel rendelkező differenciálegyenlet alapján számítható [2].

A szennyezés kezeléséhez szükséges speciális anyag mennyiségét a saját kísérlet alapján
határoztam meg.(lásd 4.Végzett kísérlet)

A program kimeneti értéként megadja azt az útvonalat, amelyet használva az egységek a
vízfelszínen haladó olajsáv előtt kiérnek és nem keletkezik a folyón továbbhaladó szennyeződés.

7. Irodalomjegyzék

- [1] Eco Tech Service Kft.: *Műszaki leírás Spill-Sorb*, 5.-6. Oldal
- [2] Gogoase-Nistoran D.E., POPESCU D.M., Panaitescu V. : *Use Of Hydraulic Modeling For River Oil Spills.1. Travel Time Computation For Quick Response*, U.P.B. Sci. Bull., Series D, Vol. 70, No. 4, 2008 ISSN 1454-2358
- [3] Priscu R. – *Constructii Hidrotehnice*, Editura Didactica si Pedagogica, 1983, Bucuresti