Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből II.

Hallgatói kötet

Szerkesztette
Hausner Gábor

LUDOVIKA
EGYETEMI KIADÓ

Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből II.

Szemelvények a katonai műszaki tudományok eredményeiből II.

Hallgatói kötet

Szerkesztette

Hausner Gábor

LUDOVIKA
EGYETEMI KIADÓ

Budapest, 2021

Szerzők

Ambrus Éva
Bodnár László
Csanádi Győző
Deák Veronika
Dévai Dóra
Domán László
Goda Zoltán
Huszár Péter
Huszár Viktor
Katona Gábor
Kralovánszky Kristóf
Kretz András
Kutassy Emese
Lakatos Bence Roland
Matusz Márk Péter
Olajosné Lakatos Boglárka
Priváczkiné Hajdu Zsuzsanna
Salamon Endre
Takács Krisztina
Terék Tamás
Tímár Attila

Szakmai lektorok

Bíró Tibor
Haig Zsolt
Padányi József
Palik Mátyás
Pohl Árpád
Restás Ágoston

Ludovika Egyetemi Kiadó
Székhely: 1089 Budapest, Orczy út 1.
Kapcsolat: info@ludovika.hu
A kiadásért felel: Koltay András rektor
Felelős szerkesztő: Karácsony Fanni
Olvasószerkesztő: Oláh Andrea
Korrektor: Bíró Csilla, Bujdosó Hajnalka
Tördelőszerkesztő: Fehér Angéla

ISBN 978-963-531-441-6 (PDF) | ISBN 978-963-531-442-3 (ePub)

© A szerkesztők, 2021
© A szerzők, 2021
© Ludovika Egyetemi Kiadó, 2021

Minden jog védve.

Tartalom

Előszó 9

Ambrus Éva: A kiberképességekhez szükséges szervezeti háttér 11
Bevezetés 11
Kiberképességek megvalósulása a szervezeti struktúrában 11
Képzés és állomány 20
Következtetések 22
Felhasznált irodalom 23

Bodnár László: Az erdőtüzek oltóvízszállítási hatékonyságának növelése mesterséges víznyerőhelyek segítségével 27
Bevezetés 27
Mesterséges víznyerőhelyek kiépítésének tapasztalatai nemzetközi szinten 28
Mesterséges víznyerőhelyek vizsgálata Magyarországon 30
Összegzés 42
Felhasznált irodalom 43

Csanádi Győző: Az információmenedzsment megvalósulása a Magyar Honvédségben 45
Bevezetés 45
A kutatás hatóköre, céljai és módszerei 46
A kutatás végrehajtásának és eredményeinek részletes leírása 47
Összefoglalás 59
Felhasznált irodalom 60

Deák Veronika: A közszolgálati kiberbiztonsági képzés tervezése tudományos alapokon 63
Bevezetés 63
Irodalmi áttekintés 64
Közszolgálati kiberbiztonsági képzés tervezése 67
Kutatási módszertanok 68
Felsőoktatási képzések tervezésének lépései 69
Következtetések 79
Összefoglalás és jövőbeni tervek 80
Felhasznált irodalom 81

Dévai Dóra: A kiberképességek fejlesztése és integrációja az Amerikai Egyesült Államok haderejében 83
Bevezetés 83
A kiberparancsnokság fejlődési íve 85
A Kiberparancsnokság és a haderőnemek kapcsolatrendszere 88
A katonai kiberképességek létrehozása és integrációja hadműveleti és harcászati szinten – A szárazföldi haderő 92
Következtetések 93
Felhasznált irodalom 95

Domán László: A Mi–24 elektronikai hadviselési képességei és fejlesztési lehetőségei 99
Bevezetés 99
Elektronikai hadviselés 99
A Mi–24P és V típusú harci helikopter elektronikai hadviselésrendszere 102
Fejlesztési lehetőségek 107
Következtetések 112
Felhasznált irodalom 114

Goda Zoltán: Szerves mikroszennyezők kockázatelemzése a vízi környezetben és az ivóvízellátásban 117
Bevezetés 117
A szerves mikroszennyezők csoportosítása 117
Szerves mikroszennyezők felszíni és felszín alatti vizekben 119
A környezeti kockázatelemzés alapjai 120
A kockázatelemzés lehetséges módszerei szerves mikroszennyezők esetében 122
Szerves mikroszennyezők kockázata az ivóvízellátásban 129
Összefoglalás 133
Felhasznált irodalom 134

Huszár Péter: Az ötödik generációs mobilhálózatokban rejlő lehetőségek a pilóta nélküli légijármű-rendszerek számára 135
Bevezetés 135
Mobilkommunikációs hálózatok fejlődése 137
Drónfelhasználás támogatása mobilhálózatokkal 138
Első tapasztalatok egy 5G képes drónnal 141
A drónfelhasználás főbb problémái és megoldási lehetőségük 142
Következtetések 144
Felhasznált irodalom 145

Huszár Viktor: A blokklánc, a számítógépes látás és a mesterséges intelligencia alkalmazási lehetőségei a kiberhadviselésben 147
Bevezetés 147
A blokklánc-technológia meghatározása 148
A katonai hírszerzési rendszerek biztonsági réseinek azonosítása 152
Összegzés 158
Felhasznált irodalom 160

Katona Gábor: Tiszai vízszennyezések hatása a vízbiztonságra 163
Bevezetés 163
A biztonság fogalma, a környezet- és vízbiztonság helye a biztonság fogalomrendszerében 164
A vízszennyezések hatása a folyóra mint vízbázisra 166
A Tisza-tavat ért hatások és a védekezés lehetőségei 168
A Szolnoki Felszíni Vízkivételi művet ért hatások és a védekezés lehetőségei 172
A tartalék vízbázis védelmének lehetőségei 173
Következtetések 176
Felhasznált irodalom 176

Kralovánszky Kristóf: Állami célú adatátviteli rendszerek, hálózatok részleges integrálhatóságának egyes kérdései 179
Bevezetés 179
Hálózatok csoportosítása 180
Minősített adatok átviteli biztonsága 184
A rendszer irányítása 187
Nemzetközi interoperabilitás 188
Speciális igények 189
Valós redundancia 191
Különleges üzem, reziliencia 191
Kiberbiztonság 192
Összefoglalás, következtetések 193
Felhasznált irodalom 194

Kretz András: A megújuló energia alkalmazásának előnyei és veszélyei, alkalmazási lehetőségei a védelmi szférában a létesítés és az objektumműködtetés során 197
Bevezetés 197
A térségünk energiapolitikájának fejlődésvonala 197
A hagyományos energiák és forrásaik 199
Alternatív energiaforrások 201
Magyarországi célkitűzések az energiatakarékossággal kapcsolatosan 202
A geotermikus energia előnyei SWOT-elemzés alapján 205
Energiatudatos megoldások a védelmi objektumok létesítése, működtetése és korszerűsítése során 207
Összegzés 207
Felhasznált irodalom 208

Kutassy Emese: A gemenci hullámtéren lévő vadmentő dombok magassági viszonyainak vizsgálata az árvizek lefolyásának függvényében az elmúlt húsz év viszonylatában 211
Bevezetés 211
Gemenc térképei, felmérései 212
Hullámtér a Duna gemenci szakaszán 214
Vadvédelem 219
Következtetések 224
Összegzés 225
Felhasznált irodalom 225

Lakatos Bence Roland: A lakosság önvédelmi képességét javító tűzvédelmi applikáció vizsgálata 227
Bevezetés 227
A lakosság önvédelmi képességének a szerepe a tűzoltói beavatkozások során 228
Az ipar 4.0 és az IoT hatása a lakosságvédelemre 232
Az önvédelmi képességet javító okosalkalmazások bemutatása 235
Következtetések 241
Felhasznált irodalom 242

Matusz Márk: A katona egészségügyi ellátásának fejlesztési lehetőségei a telemedicina tükrében 245
Bevezetés 245
Tervezett telemedicinális eszközök 247
A csapategészségügyi ellátást támogató egészségügyi applikációban rejlő lehetőségek 251
A személyi igazolójegy („dögcédula") fejlesztési lehetőségei a telemedicina vonatkozásában 256
Összefoglalás 258
Felhasznált irodalom 260

Olajosné Lakatos Boglárka: Az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás vízügyi irányai 261
Bevezetés 261
Vízügyi szakterületek mátrixa 262
Éghajlati adaptációra vonatkozó európai uniós irányelvek és stratégiák hazai megjelenései 264
Vízmérleg 266
Vízmegtartás mint éghajlati adaptáció 267
Az éghajlati adaptációs célú vízmegtartás döntéshozói 271
Következtetések, javaslatok, célok 272
Felhasznált irodalom 273

Priváczki-Juhászné Hajdu Zsuzsanna: A belvízi biztonság 277
Bevezetés 277
A biztonság, veszély és kockázat fogalma 277
Magyarország belvíz-veszélyeztetettsége 279
A belvízi biztonság megteremtésének eszközrendszere 281

A belvízi biztonság műszaki komponensei 287
A differenciált belvízi biztonság 290
A belvízi biztonság javítása 290
Összefoglalás 291
Felhasznált irodalom 292

Salamon Endre: Víziközmű-adatbázisok lehetséges felhasználása rendkívüli helyzetben 295
Bevezetés 295
Jelenlegi helyzet 296
Kívülről érkező szennyezés terjedésének vizsgálata modellszámítással 301
További alkalmazási lehetőségek 305
Következtetések 307
Felhasznált irodalom 307

Takács Krisztina: Az ivóvízellátás biztosításának lehetőségei rendkívüli esemény bekövetkezésekor 309
Bevezetés 309
Polgári ivóvízellátás biztosítása 309
A vízbiztonság katonai vonatkozásai 311
Mobil víztisztító berendezések alkalmazása 312
A palackozott ásványvizek mikrobiológiai vizsgálata 316
Összegzés 318
Felhasznált irodalom 318

Terék Tamás: A Központi Logisztikai Bázis helye és szerepe az ellátási láncban 321
Bevezetés 321
A Központi Logisztikai Bázis „gondolati alapkövéig" vezető út 322
A Központi Logisztikai Bázis szervezete, feladatai – jelenlegi helyzet 328
A Központi Logisztikai Bázis mint hadműveleti logisztikai rendszerelem 329
Összegzés 330
Felhasznált irodalom 331

Tímár Attila: A Kettős-Körös árvízvédelmi töltésének geofizikai vizsgálata 333
Bevezetés 333
A Kettős-Körös szabályozási munkálatai 333
A hosszúfoki töltésszakadás 334
Töltéskorrekció 337
Geofizikai mérés 338
Összegzés 346
Felhasznált irodalom 347

Tímár Attila

A Kettős-Körös árvízvédelmi töltésének geofizikai vizsgálata

Bevezetés

Magyarországon az árvizek biztonságos levezetését jelentős többséggel az árvízvédelmi töltések biztosítják, amelyek legtöbbje a 19. és a 20. században épült ki. Az évtizedek folyamán az árvizek biztonságos levonulása érdekében a töltések folyamatos erősítése, valamint a folyók mederrendezése történt.

Korábban számos esetben a Körösökön az árvízszintek emelkedésének következtében nagyvizek vonultak le, és ezen okok miatt fejlesztésekre, a töltések folyamatos erősítésére volt szükség az árvizek biztonságos levonulása érdekében. Ennek megfelelően a Körösök völgyében, a Kettős-Körösön a múlt század első évtizedeiben a megyék, községek és egyes földbirtokosok kezdetleges töltéseket építettek.

A Kettős-Körös szabályozási munkálatai

A rendszeres mederrendezési és ármentesítési munkák azonban csak az 1850-es évek végén indultak Bodoki Károly mérnök tervei alapján. A szabályozási terv a töltések távolságát a Kettős-Körös mentén 190 m-ben állapította meg. Átvágások tekintetében az 1950-es évek végén a folyón 14 db, az 1960-as évek elején még 1 db átvágás készült el, valamint megépítették a töltések egyharmadát is.

Az 1970-es években levonuló árvizek tapasztalatai rámutattak az addigi munkák hiányosságaira, ezért az 1869-ben megalakult Gyulai Folyammérnöki Hivatal a terveket módosította. A tervek szerinti munkálatok az 1880-as évek elején kezdődtek, amelyek az átvágások bővítését, a korábban épült töltések jó részének elbontását és új töltések építését foglalták magukban.

Az 1890-es évek elején a töltések az 1889-es NV-hez 1,0–1,2 m-es magassági biztonsággal 6 m-es koronával és 1:3–1:2 rézsűkkel az NV alatt 1 m-re 5 m széles padkával voltak kiépítve. A századfordulóra hasonló méretekkel az 1895-ös NV-hez 1,2 m magassági biztonsággal megemelték a töltéseket.

Az 1920-as és 1930-as években a Békés alatti szakaszon az 1919-es NV-hez 1,5 m, Békés felett 1,2–1,5 m magassági biztonsággal 4–5 m széles koronával, 1:3—1:2 rézsűkkel fejlesztették a védművet a padkák változtatása nélkül.[1]

---

[1] *Dobozi árvízvédelmi szakasz műszaki leírás. A fővédvonal részletes ismertetése. A védművek kiépítésének fejlődése.* Gyula, KÖVIZIG, 2017. 4–5.

Az 1894., 1919., 1970. és 1974. évi árvízvédelmi események voltak azok, amelyek következtében a töltések tömegét az utóbbi 80 év alatt több mint a háromszorosára emelték fel.[2]

A Körösök vízrendszerében 1925–1980 között 22 töltésszakadás, illetve átvágás történt árvízvédelmi szükségtározás miatt a hazai vízrendszerben.[3] A Körös-völgy árvízi biztonságának fokozására nemcsak töltéserősítés, hanem árvízvédelmi szükségtározók is épültek 1974–1980 között.[4]

A töltések folyamatos erősítésével a kialakult töltések inhomogén „hagymaszerkezetű" töltésekké váltak, amelyek legnagyobb problémája, hogy a felhasznált anyagokat válogatás nélkül, nem megfelelő víztartalommal, tömörséggel, összedolgozással építették be.

A töltésszerkezeten kívül az altalajszivárgások is nagymértékben befolyásolják az árvizes jelenségek kialakulását, amelyeknek fő okozója a jellemzően holtmeder-keresztezésekben lerakódott durva szemcsés talajok jelenléte. Az ilyen – többé-kevésbé vastag – vízvezető réteggel bíró holtágkeresztezések közül számosnak nem kellő az altalaj-állékonysága, ami közvetlenül kihat a ráépült töltés állékonyságára is.

A hosszúfoki töltésszakadás

Az 1980-as évek első felében a Körösök völgyében különösen nagy intenzitású csapadéktevékenység, amely legfőképpen a Körösök hegyvidéki szakaszára volt jellemző, igen heves áradásokat eredményezett a vízgyűjtőn.

A folytatódó esőzések hatására a folyók felső szakaszáról újabb és újabb árhullámok indultak el, és ezáltal tartós és LNV közeli vízállásokat produkáltak. A vízállások hatására számos esetben nyúlgátépítésre volt szükség, valamint a tartós árvizek hatására az árvízvédelmi művekben árvízi jelenségek, talpszivárgások, töltésátázások, fakadóvizek jelentek meg.

A rendkívüli hevességű árhullámok levonulása nem volt zavartalan a román vízgyűjtőn sem, ahol a Fekete-Körös legjelentősebb bal oldali mellékvízfolyása, a Tőz patak bal oldali töltésén a 4,4 tkm szelvénynél Tőzmiske községnél átázás következtében 120–150 m hosszan töltésszakadás történt. A kiömlő víz a Fehér- és a Fekete-Körös között több mint 30 km^2-en terült szét, és érte el az országhatárt. A víz továbbterjedését az 1932. évi árvíz után épült határtöltés gátolta meg.[5]

A Körösök hazai vízgyűjtőjén a Kettős-Körös jobb oldali töltése a 16+125 tkm (régi szelvényezés szerint a 102+700 tkm) szelvény környezetében 1980. július 28-án átszakadt, ami előzetes tönkremeneteli jelek nélkül következett be.

---

[2] Ihrig Dénes (szerk.): *A magyar vízszabályozás története.* Budapest, Országos Vízügyi Hivatal, 1973.

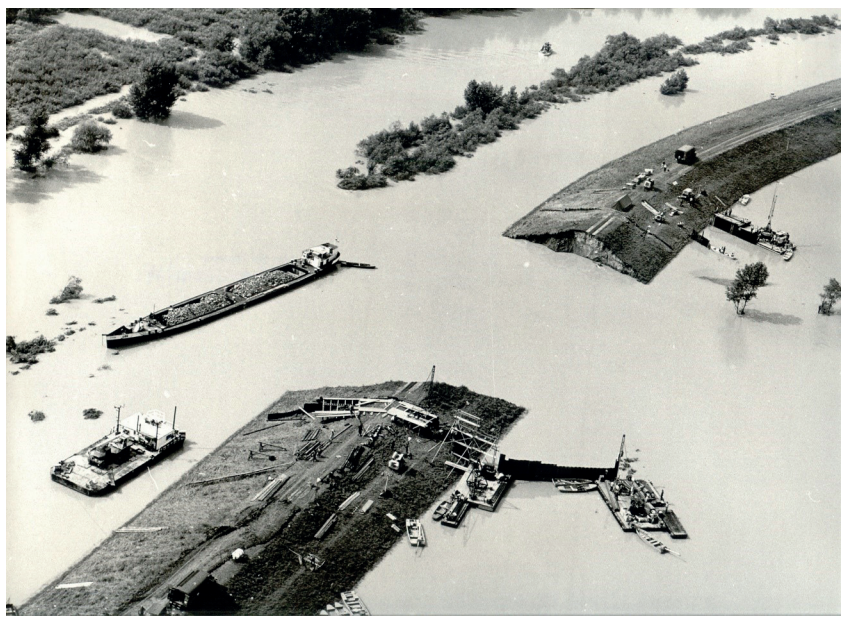
[3] Szlávik Lajos: Az 1980–81. évi Körös-völgyi árvizek hidrológiai jellemzése. *Vízügyi Közlemények,* 64. (1982), 2. 167–200.

[4] Szlávik Lajos: *Árvízi szükségtározók tervezése, építése és üzemelése.* Budapest, Országos Vízügyi Hivatal, 1980.

[5] Szlávik Lajos: A Körösök 1980. évi rendkívüli árvize – töltésszakadások, szükségtározások. *Hidrológiai Közlöny,* 110. (2020), 2. 19.

A hosszúfoki töltésszakadás következtében közvetlen veszélybe került Tarhos, Doboz és a környező tanyavilág, a lokalizálás eredménytelensége esetén pedig Bélmegyer és Újladány, valamint további számos tanya lakossága.

A 105,0 km^2 területre kiömlött 208 millió m^3 víz elöntött kb. 306 000 m^3 hígtrágyát, 57 000 tonna almostrágyát és 1700 tonna műtrágyát. Ezenkívül víz alá került mintegy 8 tonna száraztakarmány, 4000 tonnát meghaladó szemestermény, elpusztult 35 szarvasmarha, 1500 sertés, 43 juh, 45 000 baromfi és nagy mennyiségű hal. Ez igen nagy mennyiségű szervesanyag-terhelést jelentett, ezért a visszavezetésnél a folyók vízminőségromlásával kellett számolni.[6]



1. ábra: Légi felvétel a töltésszakadásról
Forrás: Vizy Zsigmond

A gátszakadással és annak következményeivel a Körös-vidéki árvízvédekezések történetének egy olyan új fejezete kezdődött, amilyenre eddig még nem volt példa. A védelemvezetésre a váratlan stratégiai feladatok tucatjainak haladéktalan megoldása, az új helyzetnek megfelelően a segítő védelmi osztagok, katonai eszközök és alakulatok helyszínre rendelése, tanácsi, rendőri intézkedések megtételének beindítása, vízitársulatok bevonása és még számtalan, a váratlan helyzetből adódó munka várt. A védekezésben részt vevők közül külön kiemelést érdemelnek a Simon Sándor vezérőrnagy parancsnoksága alatt

[6] Zuberecz Sámuel: Vízminőségi vizsgálatok a Körösi árvíz idején. *Körösvidéki Vízügyi Szemle,* (1980), 6.

szolgáló honvédek, akik emberfeletti munkájukkal, maximális segítőkészséggel vettek részt a védekezésben.[7]

2. ábra: Védekező erők az erősen sodró vízben a Hosszúfoki-főcsatornánál
Forrás: Kiss Zoltán

3. ábra: A hosszúfoki töltésszakadás emlékműve (Kettős-Körös jo. 16+125 tkm)
Forrás: A szerző saját felvétele

[7] Várkonyi Kálmán: *Összefoglaló jelentés az 1980. július 23. – október 6. között folytatott árvízvédekezésről*. Gyula, KÖVIZIG, 1980.

A hosszúfoki gátszakadást követően az 1980-as, 1990-es években átfogó értékelés készült hazánk valamennyi védvonaláról, amely során az akkori lehetőségeknek megfelelően meghatározták a nem kellő biztonságú (NKBT) töltésszakaszokat, előírták a diszperzitásvizsgálatokat, megtörtént a töltésépítés időbeni korlátozása, a töltésalapozás mélységhatárának csökkentése, rejtett holtmeder-kereszteződések feltárása és minősítése, valamint a töltések építésének korábbi tervdokumentációjának tanulmányozása is.

A korabeli tervek tanulmányozása során kerültek a figyelem középpontjába a Kettős-Körös jobb oldali töltésében lévő szigetelőfalak, amelyek helyei még az 1930-as években a Kettős-Körös bal oldali töltésén táblákkal voltak jelölve.

A II. világháború alatt a táblák eltűntek, valamint a nyilvántartásokból is kimaradtak ezek az adatok. A Kettős-Körös jobb oldali töltésénél legfőképpen a békési híd és a hosszúfoki szivattyútelep közötti szakaszon az árhullámoknál állandó harcot kellett vívni a szivárgások ellen, amelyek ellen akkoriban új megoldást jelentett a vízzáró téglafal építése. A vízzárófal építését a 90%-os szikes anyagú talaj és a töltéstest átázása során kialakuló szivárgások indokolták, amelyeket a Hosszúfoki Ármentesítő Társulat épített.[8]

A Kettős-Körös jobb oldali töltésén jelentkező erőteljes szivárgások és csurgások megakadályozására 1885–1914 években téglából és eternitlemezekből szigetelőfalak épültek az alábbiak szerint:

- 1885-ben: 18+352 – 18+812 tkm között függőleges téglafal 84,12–88,09 mBf bővítve 1895-ben, magasítva 89,27 mBf-re 1913-ban;
- 1886-ban: 17+203 – 17+349 tkm között ferde téglafal 83,50–88,00 mBf, magasítva 89,15 mBf-re 1913-ban;
- 1909-ben: 18+611 – 18+842 tkm között függőleges téglafal 84,12–88,11 mBf, magasítva 1913-ban 88,81 mBf, 1929-ben 89,27 mBf szintre;
- 1914-ben: 15+098 – 15+448 tkm és 16+668 – 16+938 tkm között függőleges téglafal 83,80–87,94 mBf, magasítva 1916-ban 88,66 mBf, 1929-ben 89,10 mBf-re;
- 18+842 – 18+907 tkm között függőleges azbesztcement fal 83,70–88,35 mBf magasítva 1929-ben 89,27 mBf szintre.

Töltéskorrekció

A Kettős-Körös jobb oldali töltéserősítési munkálatai keretén belül a Kettős-Körös jobb oldali 18+200–18+700 tkm közötti szakaszának töltéskorrekciója elkészült.

A töltéskorrekciót legfőképpen a töltés nyomvonalvezetése indokolta, amely vízoldali lábát a folyómeder éle mintegy 2–5 méterre megközelítette, így a nagyvízi szabályozás egy nagyobb mederkorrekciót igényelt. A töltést a medertől olyan távolságra kellett helyezni, hogy a mederoldal-lecsúszás a töltésrézsű állékonyságát ne veszélyeztesse, és a nagyvízi sodorvonalat minél jobban kövesse a töltéskorona íve.

[8] Góg Imre: Szigetelő falak a Kettős-Körös jobb oldali töltésében. *Magyar Vízgazdálkodás,* 23. (1983), 7–8.

A fentieket figyelembe véve alakították ki a töltés új nyomvonalát, ennek eredményeképpen a vízoldali töltésláb a mederéltől 25,0–30,0 méterre került. [9]

Az 1885-ben 18+352–8+812 tkm szelvények között 460 méter hosszúságú mészhabarcsba rakott téglafal egy részét a Kettős-Körös jobb oldali töltéskorrekciója következtében 235 méter hosszan feltárták.

4. ábra: A Kettős-Körös jobb oldali árvízvédelmi töltése 18+350–18+650 tkm között és a Kettős-Körös jobb oldali árvízvédelmi töltése 18+350–18+600 tkm között feltárt téglafal
Forrás: A szerző saját felvétele

Geofizikai mérés

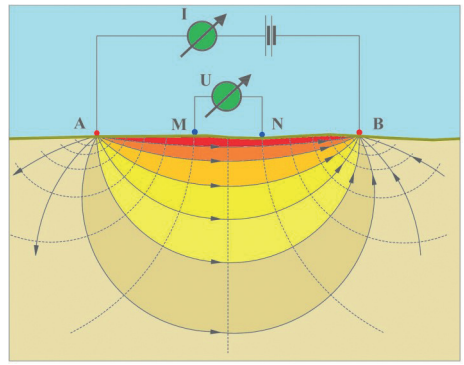
A mérés célja

A Kettős-Körös jobb oldali töltéskorrekciója következtében 235 méter hosszan feltárt mészhabarcsba rakott téglafal egy része a töltéstestben maradt. Munkám során célom volt, hogy meghatározzam a Kettős-Körös jobb oldali töltésén jelentkező erőteljes szivárgások és csurgások megakadályozására 1885 és 1914 között épített 18+352 és 18+842 tkm közötti szakaszon lévő függőleges téglafal, valamint a 18+842 és 18+907 tkm között lévő függőleges azbesztcement fal pozícióját, valamint a töltésszakasz szerkezetét. A téglafal és az azbesztcement fal feltárására egy sekély mélységű geofizikai mérési eljárást, az egyenáramú fajlagos elektromos ellenállás szelvényezéses módszert választottam, amelynek kivitelezésében az Eötvös Loránd Tudományegyetem két geofizikus hallgatója, Borsányi Máté Barnabás és Virók András volt a segítségemre.

A mérés elve

A geofizikai műszerrel áramelektródákon (jelölésük: A, B) át áramot bocsátunk a földbe, így a kialakuló elektromos térben két potenciálelektróda segítségével (M, N) feszültségkülönbséget mérünk. A mérés során kiadott áram, valamint a mért feszültségkülönbség ismeretében számítható a látszólagos fajlagos ellenállás.

[9] *Kettős-Körös jobb oldali fővédvonal-erősítés 18+200–18+700 tkm közötti töltéskorrekció kiviteli terve.* Gyula, KÖVIZIG, 1992.

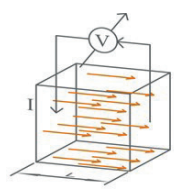


5. ábra: Az egyenáramú geoelektromos ellenállásmérések elvi vázlata az áramvonalak (folytonos) és az ekvipotenciális (szaggatott) vonalak feltüntetésével
Forrás: Klembala Zsombor – Lukács Tamás – Virók András[10]

Egyenáramú fajlagos elektromos ellenállás szelvényezés

Az egyenáramú geoelektromos mérések során a felszín alatti térrész elektromos ellenállását mérjük, és a kapott adatokból következtetünk a talajok és kőzetek anyagi minőségére és eloszlására.

Ha egy homogén test két egymással szemben lévő pontjára áramot vezetünk, akkor a testen átfolyó áram által létrehozott feszültségkülönbséget mérve kiszámíthatjuk a test elektromos ellenállását, amivel jól jellemezhetjük az adott tárgy anyagát. Legyen egy L = 1 m élhosszúságú kőzetkocka, ennek két ellentétes oldalán áthaladó I = 1 A áramerősség hatására U = 1 V feszültség lép fel, ekkor a kőzet ellenállása 1 Ω, illetve a fajlagos elektromos ellenállása 1 Ωm. Ahol R a kőzet ellenállása, illetve ρ a kőzet fajlagos elektromos ellenállása.



6. ábra: 1 m élhosszúságú homogén testen átfolyó áram
Forrás: Klembala – Lukács – Virók (2019) i. m.

A kőzetek/talajok döntő többsége az elektromos áramot elektrolitikusan (ionosan) vezeti. Érceknél a fémes (elektronos) vezetés is jelentős. A kőzetek fajlagos ellenállása többek között a következő tényezőktől függ: a nedvességtartalomtól, a pórusok vízzel való telítettségétől, az oldott sók minőségétől, az oldott sók koncentrációjától, a kőzetszemcsék/talajszemcsék

[10] Klembala Zsombor – Lukács Tamás – Virók András: *A Keresztes-halom komplex geofizikai felmérése.* OTDK-pályamunka. Budapest, 2019.

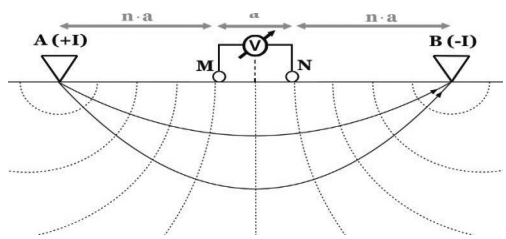
alaki tulajdonságaitól, a kőzet/talaj szerkezeti tulajdonságaitól, a hőmérséklettől, a kőzetalkotó/talajalkotó ásványok fajlagos elektromos ellenállásától. A fentebb felsoroltak közül a legnagyobb súlya a kőzet fajlagos ellenállásának kialakítása során a kőzet/talaj víztelítettségének van.

Vertikális elektromos szondázás – VESZ

A módszer elve, hogy elektromos áramot bocsátunk a talajba az előzetesen elhelyezett elektródákon keresztül. Az itt kialakuló potenciáltér a közeg fajlagos elektromos ellenállásának függvénye lesz. Ezt potenciálelektródák segítségével mérjük. A kibocsátott áram, a mérési elrendezésre jellemző együttható, valamint a mért potenciálkülönbség ismeretében kiszámolható az adott kőzetrészre jellemző látszólagos elektromos ellenállás.

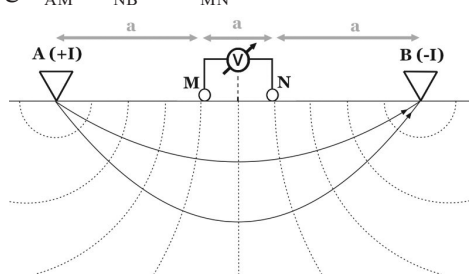
Elektródaelrendezések

A, B, M, N elektródák elrendezése többféle lehet, az egyes elrendezések érzékenysége pedig irányfüggő lesz.



7. ábra: Schlumberger-féle elektródaelrendezés
Forrás: Renner János et alii[11]

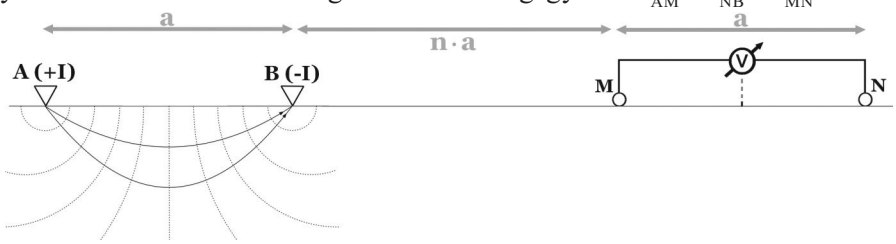
A Schlumberger-elrendezésben az A és B közti távolság mindenképpen nagyobb, mint az M és N közti távolság: $r_{AM} = r_{NB} = n\ r_{MN}$



8. ábra: Wenner-féle elektródaelrendezés
Forrás: Renner et alii (1970) i. m.

[11] Renner János et alii: *Geofizikai kutatási módszerek III. Felszíni geofizika*. Budapest, Tankönyvkiadó, 1970.

A Wenner-elrendezésnél csupán annyi a különbség a Schlumberger-féléhez képest, hogy az egyes elektródák közti távolság mindenhol megegyezik: $r_{AM} = r_{NB} = r_{MN} = a$



9. ábra: Dipól–dipól elektródaelrendezés
Forrás: Renner et alii (1970) i. m.

A dipól–dipól elrendezésnél szintén négy elektródát használunk, csak a két mérőelektróda nem az áramelektródák közt helyezkedik el: $r_{AB} = r_{MN} = a$, $r_{BM} = n\ a$

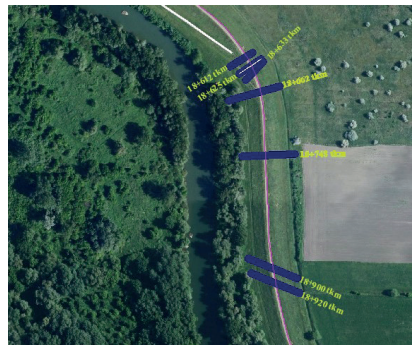
Multielektródás mérési módszer

Ahogyan a VESZ-méréseknél, a multielektródás geoelektromos módszerek segítségével is a vizsgálni kívánt felszín alatti tartomány fajlagos ellenállásának nagyságáról és eloszlásáról kapunk képet. Ezen adatok birtokában próbálunk következtetni a felszín alatt elhelyezkedő struktúrákra. A multielektródás mérések során, hasonlóan a VESZ-méréshez, az elektródákat egy vonal mentén terítjük ki, azonban a VESZ-mérésekkel ellentétben egyszerre négynél jóval több elektródát használunk, ugyanakkor egy adott pontra vonatkozó fajlagos ellenállásmérésnél itt is négy elektródát használunk. A műszerekben egy program futtatja végig a mérési sorozatot, hogy mikor mely elektródákkal történjen a mérés. Multielektródás méréssel nemcsak egy felszíni pont alatti tartományról, hanem egy felszíni vonal alatti síkról lesznek információink. Ha az elektródákat nem lineárisan, hanem a felszínen egy rácsháló mentén helyezzük el, akkor háromdimenziós adatokat fogunk kapni a mért területről.

A mérés menete

A terepi felvonulás és a vizsgálni kívánt terület kijelölését követően geodéziai felmérés történt. Az adatok feldolgozásához és értelmezéséhez elengedhetetlen, hogy a mérendő terület jellemző domborzati viszonyait pontosan ismerjük. Egy árvízvédelmi töltésen történő mérés esetében különösen fontos, hogy ismerjük a topográfiát, mert viszonylag hirtelen magassági változást tapasztalhatunk, amely bizonyos mértékben befolyásolja a mért értékeket és az értelmezést, főként rövid elektródatávolság választása esetén. Ezért geodéziai felmérés történt mind a 7 kijelölt szelvény esetében egy Leica GNSS Smartworx GS14 vevővel és egy CS15 terepi kontrollerrel EOV koordináta-rendszerben.

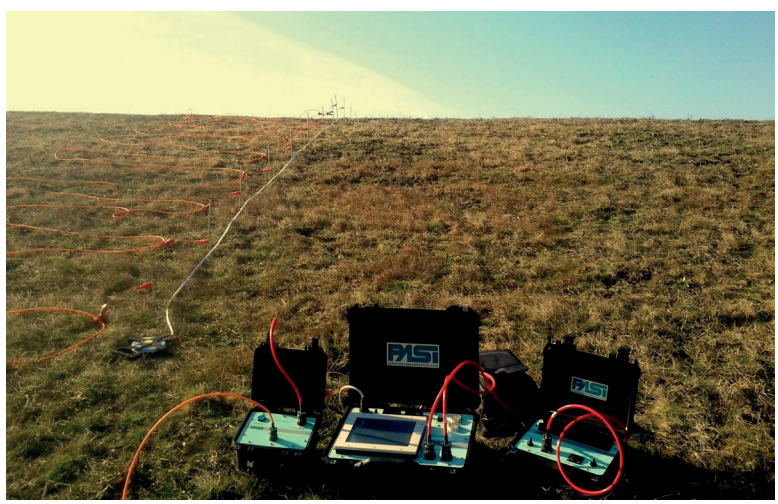
A multielektródás mérések során elhelyezett elektródákat minden szelvény esetében felmértük annak érdekében, hogy azokhoz is külön-külön meglegyenek a koordinátái.



10. ábra: A vizsgált szelvények helyei
Forrás: A szerző saját felvétele

A geodéziai felmérést követően a geofizikai mérések következtek, ahol a mérés során az volt a cél, hogy minél strukturáltabban tudjuk értelmezni a kapott adatokat.

A mérést egy PASI 16G-N típusú elektromos képalkotó mérőberendezés kétdimenziós szelvényezésre alkalmas látszólagos fajlagos ellenállásmérő tomográffal végeztük, amely egy számítógépből, egy energetizálóból és négy darab linkboxból áll.



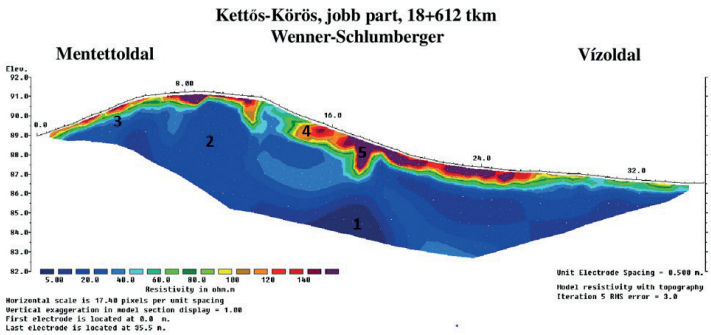
11. ábra: PASI 16G-N látszólagos fajlagos ellenállásmérő tomográf mérés közben
Forrás: A szerző saját felvétele

A méréseket két elrendezés alapján végeztük. Erre azért volt szükség, mert a Wenner–Schlumberger-féle elrendezések horizontálisan rétegzett közeg feltérképezésére használhatók, míg a dipól–dipól felállás vertikálisan rétegzett közegre.

A dipól–dipól elektródaelrendezés részletesebb, több mérési adatot szolgáltat, ellenben sokkal lassabb és hibával jobban terhelt eljárás.

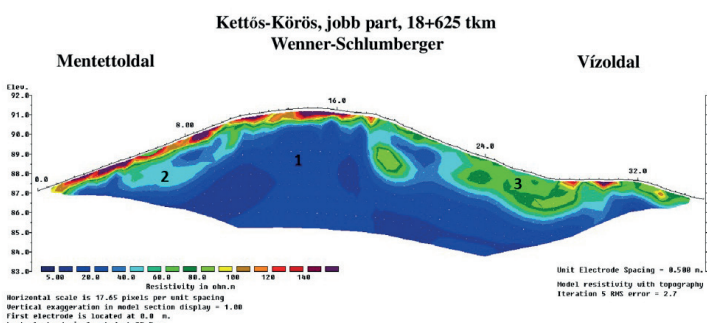
A különböző mérésekkel a fajlagos elektromos ellenállás szelvényeket más elrendezésből adódó adatok alapján is tudjuk értelmezni.

A mérések során 72 elektródával, 0,5 méteres és 1 méteres elektródaközzel, valamint 250 milliszekundumos gerjesztési idővel végeztünk méréseket.



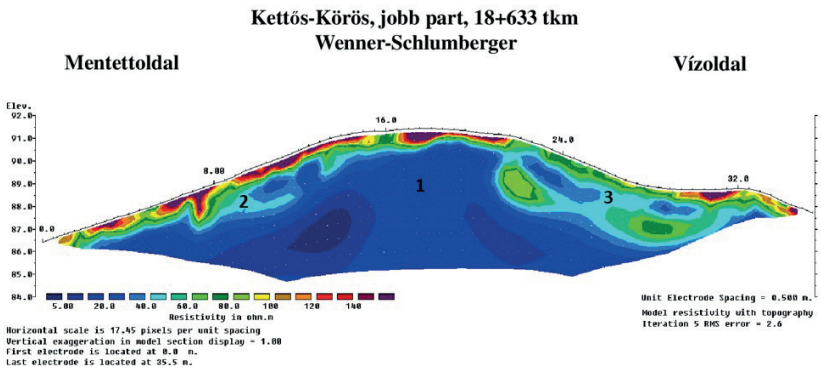
12. ábra: Kettős-Körös jobb part 18+612 tkm, fajlagos elektromos ellenállásszelvény
Forrás: a szerző szerkesztése

A 18+612 töltéskilométerben kijelölt multielektródás (továbbiakban: ERT) szelvény mérésével az volt a célunk, hogy a töltéstestben eltűnő téglafal fajlagos elektromos ellenállásának értékét meghatározzuk a későbbi szelvényeken való beazonosítás érdekében. A mérés során Wenner–Schlumberger-féle elektródaelrendezést alkalmaztunk a megfelelő behatolás elérésének céljából. A szelvényen jól elkülöníthető az altalajtól (1) a töltésnek az agyagmagja (2), a mentett oldali (3) és a vízoldali (4) rátöltések, valamint a téglafal felszín alatti része (5). A téglafal 150 Ωm – 200 Ωm közötti fajlagos elektromos ellenállás értékekkel jelentkezett a szelvényen. A töltéskoronán, a mentett és a vízoldalon megjelenő 100 Ωm fölötti fajlagos elektromos ellenállás értékeket a felső talajréteg rendkívül tömör és száraz állapota okozza. A töltés felső rétegének tömörsége a konszolidáción kívül feltehetően a gépkocsik és mezőgazdasági gépjárművek általi közlekedésből adódik. Ez az állapot a további szelvények esetében is megjelenik.



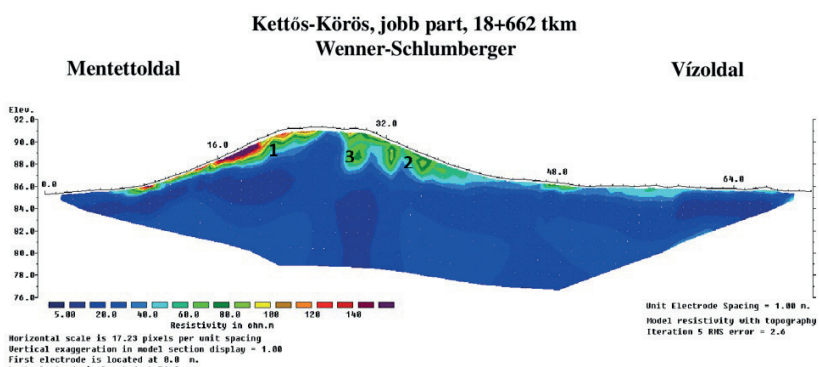
13. ábra: Kettős-Körös jobb part 18+625 tkm, fajlagos elektromos ellenállásszelvény
Forrás: a szerző szerkesztése

A 18+612 töltéskilométerben kijelölt ERT-szelvényt közvetlenül ott mértük, ahol a téglafal eltűnik a töltéstestben. A 18+625 töltéskilométerben mért ERT-szelvénnyel a téglafal pozícióját szerettük volna meghatározni a töltéstesten belül. A szelvényen jól elkülöníthető a töltésnek az agyagmagja (1), a mentett oldali (2) és a vízoldali (3) rátöltésektől, azonban a téglafal nem található meg a látszólagos fajlagos elektromos ellenállás térképen.



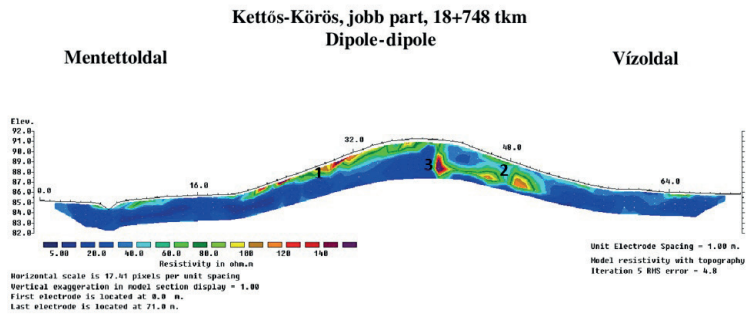
14. ábra: Kettős-Körös jobb part 18+633 tkm, fajlagos elektromos ellenállásszelvény
Forrás: a szerző szerkesztése

A 18+633 töltéskilométerben mért ERT-szelvénnyel tovább vizsgáltuk a téglafal pozícióját a töltéstesten belül, azonban a 18+625 töltéskilométerben mért ERT-szelvényhez hasonló adatot kaptunk. A szelvényen az előzőekhez hasonlóan itt is jól elkülöníthető a töltésnek az agyagmagja (1), a mentett oldali (2) és a vízoldali (3) rátöltésektől, azonban a téglafal itt sem található meg a látszólagos fajlagos elektromos ellenállás térképen. Az oka, hogy nem látszódik a téglafal, feltehetően a töltés átépítése, amelynek során elbontották az adott töltésszakaszból a téglafalat.



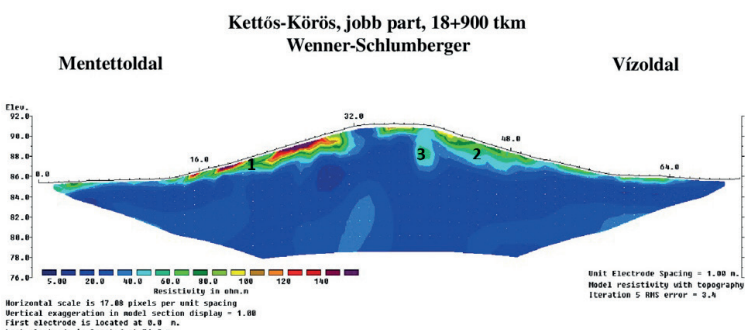
15. ábra: Kettős-Körös jobb part 18+662 tkm, fajlagos elektromos ellenállásszelvény
Forrás: a szerző szerkesztése

A téglafal feltárását tovább folytattuk a 18+662 töltéskilométerben, azonban itt megnöveltük az elektródatávolságot 1 méteresre a megfelelő behatolás elérésének céljából. A szelvényen az előzőektől eltérve itt nem igazán különíthető el az altalajtól a töltésnek az agyagmagja, a mentett oldali (1) és a vízoldali (2) rátöltések azonban jól elkülönülnek, valamint a vízoldali koronaélben fellelhető a téglafal (3). A 18+612 töltéskilométerben 150 Ωm – 200 Ωm közötti fajlagos elektromos ellenállás értékeket határoztunk meg a téglafalnak, azonban a 18+662 töltéskilométerben mért szelvény esetében 60 Ωm – 80 Ωm közötti fajlagos elektromos ellenállás értékek határozhatók meg. A különbség feltehetően a nagyobb elektródatávolságból fakadó felbontási minőség csökkenéséből adódik.



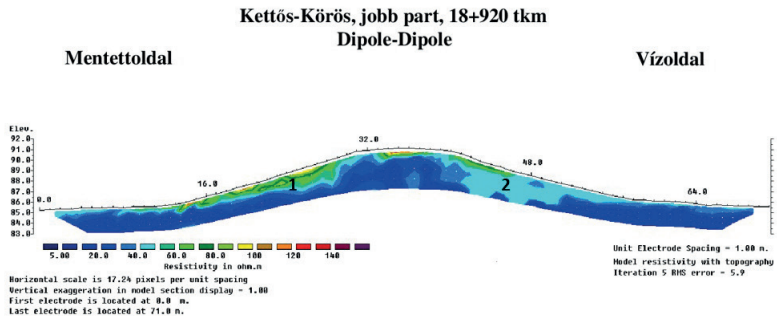
16. ábra: Kettős-Körös jobb part 18+748 tkm, fajlagos elektromos ellenállásszelvény
Forrás: a szerző szerkesztése

A téglafal 18+612 töltéskilométerben és a 18+662 töltéskilométerben adódó fajlagos elektromos ellenállás értékei eltértek egymástól a különböző felbontás miatt, ezért a 18+748 töltéskilométerben dipól–dipól elektródaelrendezéssel végeztük a mérést, remélve, hogy visszakapjuk a téglafal 18+612 töltéskilométerben meghatározott fajlagos elektromos ellenállás értékét. A szelvényen itt is jól elkülönülnek a mentett oldali (1) és a vízoldali (2) rátöltések, valamint a vízoldali koronaélben itt is fellelhető a téglafal (3) 150 Ωm – 200 Ωm közötti fajlagos elektromos ellenállás értékkel a 18+612 töltéskilométerben meghatározotthoz hasonlóan.



17. ábra: Kettős-Körös jobb part 18+900 tkm, fajlagos elektromos ellenállásszelvény
Forrás: a szerző szerkesztése

A 18+900 töltéskilométerben már azbesztcement fal található (3). A kapott fajlagos elektromos ellenállás értéken is jól látható, hogy más anyagból épült a fal. A téglafal 150 Ωm – 200 Ωm közötti, míg az azbesztcement fal 50 Ωm – 70 Ωm közötti fajlagos elektromos ellenállás értéket mutat. A szelvényen a 18+662 töltéskilométerben mért szelvényhez hasonlóan itt sem igazán különíthető el az altalajtól a töltés agyagmagja, azonban a mentett oldali (1) és a vízoldali (2) rátöltések itt is jól elkülönülnek.



18. ábra: Kettős-Körös jobb part 18+920 tkm, fajlagos elektromos ellenállásszelvény
Forrás: a szerző szerkesztése

A feljegyzések szerint a 18+907 töltéskilométerben már nem kell, hogy legyen nyoma az azbesztcement falnak, azonban ellenőrzésképp egy dipól–dipól elektródaelrendezéssel végeztünk mérést a 18+920 töltéskilométerben, amelynek eredményén nem mutatkozik falszerű objektum. A szelvényen a mentett oldali (1) és a vízoldali (2) rátöltések is jól elkülönülnek.

Összegzés

Az árvízvédekezés során az árvízvédelmi töltések biztonsága elengedhetetlen. Annak ellenőrzésére, hogy a töltések szerkezeti integritása megfigyelhető és nyomon követhető legyen geofizikai módszerekkel, szisztematikus monitorozás szükséges.

A cél a Kettős-Körös töltése belső szerkezetének vizsgálata, az azon belül található téglafal és azbesztcement fal kimutatása volt.

A vizsgált töltésszakasz modellképeiből egyértelműen kirajzolódik, hogy inhomogén árvízvédelmi töltésszakaszról van szó, amelyről tudjuk, hogy a töltésfejlesztések következtében egymásra halmozással épült hagymaszelvényű töltés.

A vizsgált szelvényeken nem mindenhol mutatható ki egyértelműen a töltéstestben lévő falak jelenléte. Ennek oka, hogy a geofizikai mérések kísérleti jelleggel valósultak meg. Nagyobb felbontású, specifikus beállításokkal nagyobb felbontás és pontosabb mérési adatok érhetők el. Az itt használt beállítások ugyanakkor gyorsan, nagyobb skálán mutatnak átfogó képet a töltésben lévő falak jelenlétéről, valamint a töltés inhomogenitásának mértékéről. A töltéstestben található falak pontosabb lehatárolása érdekében nagyobb felbontású és sűrűbb mérésekre van szükség.

Felhasznált irodalom

Dobozi árvízvédelmi szakasz műszaki leírás. A fővédvonal részletes ismertetése. A védművek kiépítésének fejlődése. Gyula, KÖVIZIG, 2017. 4–5.

Gög Imre: Szigetelő falak a Kettős-Körös jobb oldali töltésében. *Magyar Vízgazdálkodás,* 23. (1983), 7–8.

Ihrig Dénes (szerk.): *A magyar vízszabályozás története.* Budapest, Országos Vízügyi Hivatal, 1973.

Kettős-Körös jobb oldali fővédvonal-erősítés 18+200–18+700 tkm közötti töltéskorrekció kiviteli terve. Gyula, KÖVIZIG, 1992.

Klembala Zsombor – Lukács Tamás – Virók András: *A Keresztes-halom komplex geofizikai felmérése.* OTDK-pályamunka. Budapest, 2019.

Renner János – Salát Péter – Stegena Lajos – Szabadváry László – Szemerédy Pál: *Geofizikai kutatási módszerek III. Felszíni geofizika.* Budapest, Tankönyvkiadó, 1970.

Salát Péter: *Bevezetés a gyakorlati geofizikába.* Budapest, Tankönyvkiadó, 1977.

Szlávik Lajos: *Árvízi szükségtározók tervezése, építése és üzemelése.* Budapest, Országos Vízügyi Hivatal, 1980.

Szlávik Lajos: Az 1980–81. évi Körös-völgyi árvizek hidrológiai jellemzése. *Vízügyi Közlemények,* 64. (1982), 2. 167–200.

Szlávik Lajos: A Körösök 1980. évi rendkívüli árvíze – töltésszakadások, szükségtározások. *Hidrológiai Közlöny,* 110. (2020), 2. 14–27. Online: www.hidrologia.hu/mht/letoltes/HK2020_2v6.pdf

Várkonyi Kálmán: *Összefoglaló jelentés az 1980. július 23. – október 6. között folytatott árvízvédekezésről.* Gyula, KÖVIZIG, 1980.

Zuberecz Sámuel: Vízminőségi vizsgálatok a Körösi árvíz idején. *Körösvidéki Vízügyi Szemle,* (1980), 6.

A Katonai Műszaki Doktori Iskolában folyó képzés és kutatás a műszaki tudományterülethez tartozó tudományágaknak a teljes védelmi szektorban történő alkalmazására irányul. A hallgatók tudományos tevékenységüket gyakran több tudományterület és tudományág határterületén művelik, és a kutatásaik során azok interdiszciplináris kérdéseire, szinergiáira fókuszálnak.

Mindezt az ebben a kötetben található írások is igazolják. A szerzők olyan tudományos problémákat feszegetnek, mint például a blokkláncok és a mesterséges intelligencia alkalmazhatósága a kiberhadviselésben, a Mi–24 helikopterek elektronikai hadviselési képességeinek fejlesztése vagy az állami célú adatátviteli rendszerek integrálhatóságának kérdései. A környezetbiztonság és a vízgazdálkodás, valamint a vízbiztonság területéhez köthetően is több írással találkozhatunk a kötetben.