

Kockázatok elemzése a mélyépítésben



**Magyar Mérnöki Kamara
Kiadványsorozata 124.**

Kockázatok elemzése a mélyépítésben

**MMK FAP azonosító:
2024/110-GT**

Budapest, 2024. november

A sorozat szerkesztője:
WAGNER ERNŐ
a Magyar Mérnöki Kamara elnöke

Készült a Magyar Mérnöki Kamara Geotechnikai Tagozatának gondozásában, a 2024. évi Feladat Alapú Pályázatok pénzügyi keretéből.

A kiadvány a Magyar Mérnöki Kamara tulajdona. Másolása, teljes terjedelmében való közzététele csak a Kamara engedélyével lehetséges. Minden jog fenntartva.

Szerzők:
Lipovics Tamás
Szendefy János
Vásárhelyi Balázs

Lektorálta:
Szilvági László

Kiadó:
Magyar Mérnöki Kamara
1117 Budapest, Szerémi út 4.
fap@mmk.hu, www.mmk.hu

TARTALOMJEGYZÉK

1. Vezetői összefoglaló.....	6
2. Bevezető	8
3. Alapfogalmak	9
4. Kockázatértékelési módszerek alkalmazása	13
5. Kockázatok számítása	15
6. Kockázatok kiértékelése.....	18
7. Általános geotechnikai kockázatok.....	22
7.1. Talajviszonyok.....	22
7.2. Talajvíz helyzete, változásai.....	24
7.3. Épített környezeti és antropogén hatások.....	25
7.4. Kivitelezés miatt bekövetkező változások.....	26
8. Mélyépítési technológia függő kockázatok.....	27
8.1. Réseles	27
8.2. Talajhorgonyok munkatérhatárolás esetén	27
8.3. Fúrt-injektált talajszegek munkatérhatárolás esetén	28
8.4. Vert talajszegek és löttbeton munkatérhatárolás esetén	28
8.5. Jutfalas alapozási sík mélyítése, munkatér-határolás	29
8.6. Szádfalas munkatér-határolás.....	29
8.7. Cölöpalapozás	30
9. Irodalomjegyzék	31
10. Melléklet.....	32
10.1. Résfal építése	33
10.2. Csatlakozó horgonyzás, injektálás.....	35
10.3. Monitoring	36
10.4. Inklinométer mérések.....	37

1. Vezetői összefoglaló

„Várni kell a várhatatlant!”

A kockázatértékelés a mélyépítéssel, geotechnikával foglalkozó kutatókat régóta foglalkoztatja. A téma nagyhírű művelője, Suzanne Lacasse akinek gondolatait összegezve vezetjük be a téma ismertetését.

Mind a determinisztikus, mind a valószínűségi modellek esetében a mérnöki ítélőképesség és a tapasztalat még mindig a jó mérnöki megoldás fő összetevői. A kockázatértékelés kiegészíti a determinisztikus értékelést, mert több információt nyújt, különösen a bizonytalanságok adott helyzetre gyakorolt hatásairól. Emellett megkönnyíti a kommunikációt is.

A statisztikai becslések a múltbeli megfigyelések jellemzései. A mérnöki modellek fizikai alapelvekből levezetett következtetéseken alapulnak. A paraméterek és a modell bizonytalanságai a számításokba kerülve meghatározzák annak valószínűségét, hogy egy szerkezet ellenáll-e a terheknek. A „hiba fák” valójában a rendszer logikáját modellezzik, nem pedig a rendszer fizikáját. Az ítéletalkotás a szakértők intuícióján és érvelésén alapul, amelyek tükrözik tudásukat és kiértékelt tapasztalataikat. A szakértők kollektív véleménye, amely egy vitafolyamat keretében formálódik, ugyanolyan jó értékelést adhat a valószínűségekről, mint amelyet matematikai elemzéssel kaphatunk.

A kockázatelemzés a tudomány, az ítélőképesség és a művészet kombinációja. A valószínűségi megközelítést a lejtőstabilitás és a gátbiztonság mellett a talaj- és köztemérnöki tervezés területén is számos problémára alkalmazták. Példaként említhetjük a talajtörési ellenállást, süllyedésszámítást, a geotechnikai földrengésmérnökséget, stb. A valószínűségi alapú megközelítések a hagyományos mérnöki számítások szükséges és hasznos kiegészítői. A megbízhatósági alapú megközelítés alkalmazásának első követelménye a modellezett helyzet mechanizmusainak világos megértése. A megközelítés keretet ad a mérnöki ítélőképesség rendszerszintű használatához. Felszínre hozza a tervezés legjelentősebb kérdéseit. Javítanunk kell a kockázatkezelési képességünket, mivel a hagyományos megközelítések nem kezelik megfelelően a bizonytalanságokat.

Célunk nem az események valószínűségének matematikai elemzése volt, hanem a mérnököket (mind a tervezőket, mind a kivitelezőket) arra biztatni, hogy milyen kockázatok lehetnek a megvalósítás folyamán, és ezeket hogyan kezeljék. Gondolják végig az összes létező scenárió, és erre dolgozzanak ki megoldásokat, amit elő lehet venni akkor, ha az esemény bekövetkezett. Hangsúlyozzuk, nem foglalkozunk azzal, mekkora az esélye a bekövetkezésnek.

Ha megfelelő eszközöket használunk az összes bizonytalanság megértéséhez és figyelembevételéhez, akkor javíthatjuk a biztonság értékeléséhez szükséges tudásunkat.

Az ítélőképesség anakronizmusnak tűnhet a számítógépes világban. Semmi sem tűnik meggyőzőbbnek, mint egy számítógépes eredmény, táblázatokkal és finoman színezett ábrákkal. A szakma annyira elmerülhet a „szoftvercsomagban”, hogy elfelejti, hogy a számítógép csak válaszol a kérdésekre, nem ő teszi fel őket. Ugyanakkor el kell kerülnünk, hogy akkor is elutasítsuk a pontos számokat, amikor azok ígéretesebbnek mutatkoznak, mint az intuíció és a megérzés. A jó egyensúly megőrzése maga a mérnöki ítélőképesség.

Tekintsünk az ítélőképesség és a multidiszciplinaritás szerepére a földtudományokon belül. A mérnöki munka az ítélőképességtől függ, amelynek gyakorlása az elméletekből, kísérletből, mérésekből, megfigyelésekből és múltbeli tapasztalatokból származó ismereteken alapul. Ezeket az építőelemeket fel kell ismerni, össze kell vetni és együttesen kell értékelni, mielőtt döntést hozunk. A mérnöki ítélőképesség abból fakad, hogy a rendelkezésre álló információkat össze tudjuk illeszteni, és ki tudjuk értékelni, hogy mi az ésszerű és mi nem.

2. Bevezető

A kockázatelemzésről, a kockázatok kezeléséről és a kockázatértékelési módszerekről számos szakirodalmi mű elérhető, így ISO, illetve IEC szabványok is, amelyek általános megközelítésben tárgyalják a kockázatok témakörét. Az alábbiakban az IEC 31010:2019, a „Kockázatkezelés – Kockázatértékelési módszerek” című szabvány iránymutatásai alapján a geotechnikai tervezésben és a mélyépítésben szóba jöhető kockázatok és azok kezelését elemezzük. Jelen dokumentum elsődleges célja felhívni a figyelmet a tervezés és kivitelezés alatt előfordulható kockázatokra, melyek hatással lehetnek a tervezett mélyépítési szerkezetre. Ezen geotechnikai kockázatok esetleges bekövetkezte esetén be kell vonni a statikus/geotechnikus tervezőt is az optimális megoldás megtalálására, ami sok esetben időigényes lehet. Fontos ezért, hogy a kockázatok a kivitelezés előtt elemezzük, és a szükséges mérnöki számításokat, elemzéseket valamint javaslatokat már a kivitelezés megkezdése előtt megtegyük. Ezen várható kockázatok és az arra adható válaszok bemutatására törekszünk. Ugyanakkor nem foglalkozunk a kockázat bekövetkeztének valószínűségével – azon kockázatokra koncentráltunk, melyek a hazai geotechnikai tervezésnél, mélyépítési kivitelezésnél előfordulhatnak.

3. Alapfogalmak

Valószínűség (likelihood):

Annak az esélye, hogy valami bekövetkezik - legyen az objektív vagy szubjektív módon történő, minőségi vagy mennyiségi esemény, mérés, meghatározás, amely általános kifejezésekkel vagy matematikailag van leírva (pl. matematikai valószínűség vagy gyakoriság egy adott időszakon belül).

Matematikai valószínűség (probability):

A bekövetkezés esélyének a mértéke 0 és 1 közötti számban kifejezve, ahol a 0 a biztosan be nem következő esemény valószínűsége, az 1 pedig az abszolút bizonyossággal bekövetkező esemény valószínűsége.

A kockázat hajtóereje (risk driver):

A kockázatot nagymértékben befolyásoló tényező.

Fenyegetés (threat):

Potenciális veszélyforrás, kár vagy egyéb nemkívánatos esemény. A fenyegetés olyan negatív helyzet, amelyben a veszteség valószínű, és amelyet kevésbé tudunk befolyásolni.

Bizonytalanság (uncertainty):

A bizonytalanság olyan fogalom, amely több mögöttes fogalmat foglal magában. Számos kísérletet tettek már a bizonytalanság típusainak kategorizálására, így például használhatjuk az alábbi két kategóriát is:

- bizonytalanság, amely felismeri egyes jelenségek belső változékonyságát, és amely további vizsgálatokkal nem csökkenthető; például a kockadobás (*aleatorikus bizonytalanság*);
- bizonytalanság, amely általában az ismeretek hiányából adódik, és ezért több adatgyűjtéssel, modellek finomításával, mintavételi technikák fejlesztésével stb. csökkenthető (*episztemikus bizonytalanság*).

Nem minden bizonytalanságot lehet megérteni, és a bizonytalanság jelentőségét nehéz vagy néha lehetetlen meghatározni, illetve befolyásolni. Azonban annak felismerése, hogy egy adott kontextusban bizonytalanság áll fenn, lehetővé teszi a korai figyelmeztető

rendszerek bevezetését a változások proaktív és időben történő észlelésére, valamint intézkedések meghozatalára a váratlanul felmerülő körülményekkel szemben.

Példák a bizonytalanságra:

- bizonytalanság a feltételezések igazságát illetően, beleértve az emberek vagy rendszerek viselkedésére vonatkozó feltételezéseket;
- a döntés alapjául szolgáló paraméterek változékonysága;
- bizonytalanság azon modellek érvényességében vagy pontosságában, amelyeket a jövőre vonatkozó előrejelzések készítésére hoztak létre;
- események (beleértve a körülmények vagy feltételek változásait), amelyek bekövetkezése, jellege vagy következményei bizonytalanok;
- a zavaró eseményekkel kapcsolatos bizonytalanság;
- a rendszerszintű problémák bizonytalan következményei, mint például a hozzáértő személyzet hiánya, amelyek széleskörű és nem egyértelműen meghatározható hatásokkal járhatnak;
- tudáshiány, amely akkor merül fel, amikor a bizonytalanságot felismerik, de nem értik meg teljesen;
- kiszámíthatatlanság;
- az emberi elme korlátaiból fakadó bizonytalanság, például az összetett adatok megértésében, a hosszú távú következményekkel járó helyzetek előrejelzésében vagy az elfogultságmentes ítéletalkotásban.

Kockázatazonosítás (risk identification)

A kockázatazonosítás a kockázatok megtalálásának, felismerésének és rögzítésének folyamata. A kockázatazonosítási módszerek a következőket foglalhatják magukban:

- bizonyítékokon alapuló módszerek, amelyekre példa az ellenőrző listák használata és a történelmi adatok áttekintése;
- szakértői csoport vizsgálat, ahol egy szakértői csoport szisztematikus folyamatot követ a kockázatok azonosítása érdekében célirányos kérdések segítségével;
- induktív érvelési módszerek alkalmazása, mint például **HAZOP** (veszély- és működőképesség vizsgálat).

Kockázat elemzés (risk analysis)

A kockázatelemzés a kockázat természetének megértésére és a kockázat szintjének meghatározására szolgáló folyamat. A kockázatok elemzésére használt módszerek lehetnek kvalitatívak (értékelés olyan szignifikancia-szintek szerint, mint „magas”, „közepes” és „alacsony”), fél-kvantitatívak (numerikus minősítési skálák kombinációja a kockázati szint meghatározásához egy képlet segítségével) vagy kvantitatívak (gyakorlati értékek becslése).

Kockázati kiértékelés (risk evaluation)

A kockázati kiértékelés a kockázatelemzés eredményeinek kockázati kritériumokkal való összehasonlításának folyamata annak megállapítására, hogy a kockázat és/vagy annak mértéke elfogadható vagy tolerálható-e.

Az általános megközelítés szerint a kockázatokot három csoportra osztják:

- egy felső sáv, ahol a kockázati szintet elviselhetetlennek tekintik, függetlenül attól, hogy a tevékenység milyen előnyökkel jár, és a kockázatkezelés elengedhetetlen, bármilyen költséggel járjon is;
- egy középső sáv (vagy „szürke” terület), ahol figyelembe veszik a költségeket és a hasznot, és egyensúlyban tartják a lehetőségeket a lehetséges következményekkel;
- alacsonyabb sáv, ahol a kockázati szint elhanyagolhatónak tekinthető, vagy olyan kicsi, hogy nincs szükség kockázatkezelési intézkedésekre.

Kockázati forgatókönyvek (risk scenarios)

A kockázati forgatókönyvek hihető leírásai annak, hogyan alakulhat a jövő. A forgatókönyv-készítés elsősorban a múlt tapasztalataira épül, de figyelembe kell venni azokat az eseményeket és hatásokat is, amelyek eddig nem következtek be. A forgatókönyveknek a kulcsfontosságú kapcsolatokra és hajtóerőkre vonatkozó, koherens és belsőleg konzisztens feltételezéseken kell alapulniuk.

Egyedi kockázatértékelés (single-risk assessment)

Az egyedi kockázatértékelések meghatározzák egy adott veszély (pl. árvíz) egyedi kockázatát (azaz annak valószínűségét és következményeit), amely egy adott földrajzi területen, egy adott időszak alatt bekövetkezik.

Többes kockázatértékelés (multi-risk assessment)

A többes kockázatértékelések meghatározzák az egyidejűleg vagy röviddel egymás után fellépő összetett veszély teljes kockázatát, mivel ezek egymástól függenek, vagy mert ugyanaz a kiváltó esemény vagy veszély okozza őket; vagy pusztán ugyanazokat a veszélyeztetett elemeket fenyegeti (sebezhető/érintett elemek) kronológiai egybeesés nélkül.

4. Kockázatértékelési módszerek alkalmazása

A kockázatértékelési módszerek célja, hogy segítsenek az embereknek megérteni a bizonytalanságot és a kapcsolódó kockázatokat igen széles, összetett és változatos kontextusban, a megalapozottabb döntések és cselekvések támogatása érdekében. Emellett a kockázatértékelési módszerek eszközt adnak a bizonytalanságnak a döntésekre és a cselekvésekre gyakorolt hatásainak jobb megértéséhez.

A módszertani útmutatások leírják a kockázatkezelés alapelveit, valamint a kockázatkezelést lehetővé tevő alapokat és szervezeti rendelkezéseket. Olyan folyamatot határoznak meg, amely lehetővé teszi a kockázat felismerését, megértését és szükség szerinti módosítását a folyamat részeként meghatározott kritériumok szerint. A kockázatértékelési módszerek alkalmazhatók ebben a strukturált megközelítésben, amely magában foglalja a kontextus megállapítását, a kockázatértékelést és a kockázatkezelést, valamint folyamatos nyomon követést, felülvizsgálatot, kommunikációt és konzultációt, rögzítést és jelentést.

A kockázatértékelési módszerek különösen a következő célokra használhatók:

- strukturált információkkal szolgálnak a döntések és intézkedések támogatására, ahol bizonytalanság áll fenn;
- tisztázzák a feltételezéseknek a célok elérésére gyakorolt hatását;
- több lehetőséget, rendszert, technológiát vagy megközelítést stb. összehasonlítani, ahol az egyes lehetőségeket illetően sokrétű bizonytalanság van;
- segítenek a reális stratégiai és operatív célok meghatározásában;
- segítenek meghatározni a szervezet kockázati kritériumait, mint például a kockázati korlátok, a kockázati étvágy vagy a kockázatviselési képesség;
- a kockázat figyelembevételére a prioritások meghatározásakor vagy felülvizsgálatakor;
- felismerni és megérteni a kockázatokat, beleértve a szélsőséges kimenetelű kockázatokat is;
- megérteni, hogy mely bizonytalanságok számítanak leginkább a szervezet céljainak szempontjából, és abban a helyzetben, amikor indokolni kell, hogy mit kell tenni ellenük;
- a lehetőségek felismerése és sikerebb kihasználása céljából;

- megfogalmazzák azokat a tényezőket, amelyek hozzájárulnak a kockázathoz, és azt is, hogy ezek miért fontosak;
- hatékony és eredményes kockázatkezelési intézkedések azonosítására;
- meghatározzák a javasolt kockázatkezelések módosító hatását, beleértve a kockázat természetében vagy nagyságában bekövetkezett bármilyen változást;
- kommunikálni a kockázatokról és következményeiről;
- tanulni a kudarcokból és a sikerekből a kockázatkezelés javítása érdekében;
- igazolni, hogy a szabályozási és egyéb követelmények teljesültek.

A kockázatértékelés módja a helyzet összetettségétől és újszerűségétől, valamint a vonatkozó ismeretek és megértés szintjétől függ:

- A legegyszerűbb esetben, ha egy helyzetben nincs semmi új vagy szokatlan, a kockázat jól érthető, nincs jelentős érintett vonzata, vagy a következmények nem jelentősek, akkor a megállapított szabályok és eljárások, valamint a korábbi értékelések alapján kell dönteni az intézkedésekről.
- Nagyon újszerű, összetett vagy kihívást jelentő kérdések esetében, ahol nagy a bizonytalanság és kevés a tapasztalat, kevés információ áll rendelkezésre az értékeléshez, és a hagyományos elemzési technikák esetleg nem hasznosak vagy értelmetlenek. Ez azokra a helyzetekre is vonatkozik, amikor az érdekelt felek véleménye erősen eltérő. Ezekben az esetekben többféle technikát is lehet alkalmazni a kockázat részleges megértéséhez, majd a döntéseket a szervezeti és társadalmi értékek, valamint az érdekelt felek nézetei alapján kell meghozni.

5. Kockázatok számítása

A kockázatot gyakran a kockázati források, a lehetséges események, azok következményei és valószínűségei alapján írják le. Egy eseménynek több oka és több következménye is lehet. A következményeknek számos diszkrét értéke lehet, és lehetnek folytonos változók vagy ismeretlenek is. Előfordulhat, hogy a következmények először nem észrevehetők vagy mérhetők, de idővel felhalmozódhatnak. A kockázati források magukban foglalhatják az inherens változékonyságot vagy számos tényezőhöz kapcsolódó bizonytalanságot, beleértve az emberi viselkedést és a szervezeti struktúrákat, vagy olyan társadalmi hatásokat, amelyek esetében nehéz lehet előre jelezni bármely konkrét esemény bekövetkezését. Ebből következik, hogy a kockázatot nem mindig lehet könnyen táblázatba foglalni események, következményeik és valószínűségeik összességéként.

Ugyanakkor **a műszaki gyakorlatban** a kockázat többnyire egy adott esemény bekövetkezési valószínűsége és az esemény következményének kombinációjaként áll elő, ahol a következmények a bekövetkező esemény negatív hatásai, emberi hatások, gazdasági és környezeti hatások, valamint politikai/társadalmi hatások formájában lehetnek kifejezve.

A kockázat (R) matematikai értelemben a következő összefüggéssel írható le:

$$R = W K$$

Ahol

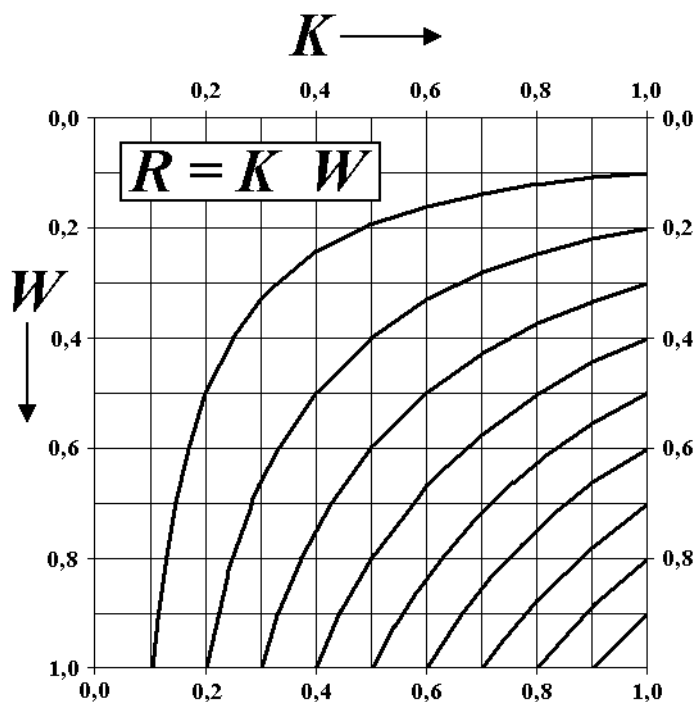
- W a bekövetkezés valószínűsége (lehetetlen eseménynél: $W = 0$; biztos eseménynél $W = 1$),
- K pedig a következmény súlyossága, melyet általában 0 és 1 közötti számként értelmeznek, ha az R kockázatot dimenzió nélküli számként kívánják megadni. (Halálesetben $K = 1$, elhanyagolható következménynél $K = 0$)

Olyan eset, amikor a kockázat zérus, valójában nem létezik - zérus kockázatról akkor beszélünk, ha azt nem tudjuk kimutatni.

A kockázat tehát mindig két elemet tartalmaz:

- annak valószínűségét, hogy a veszély bekövetkezhet;
- a veszélyes esemény következményeit.

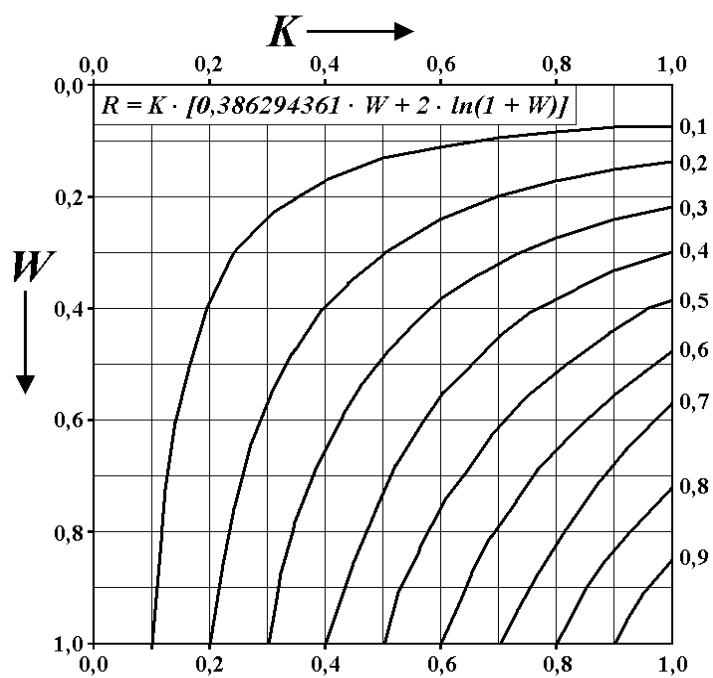
Ha $W = 0$ és/vagy $K = 0$, akkor $R = 0$, tehát nincs kockázat. Az $R = f(W, K)$ függvény olyan felületet eredményez, melynek mind W , mind K irányú metszetei lineárisak, ugyanakkor minden $W = K$ esetben ($W = K = 0 \rightarrow 1$) a W és a K irányú metszetben azonos iránytangensű lineáris változást tapasztalunk. Ebből adódik a felületnek az a tulajdonsága, hogy R értéke nem változik, ha a tényezők szorzata azonos (lásd 2. Ábra).



2. ábra Az $R = K \cdot W$ felület izovonalas képe

Fontos, hogy különbséget lehessen tenni a kis bekövetkezési valószínűségű, de jelentős következményekkel járó esemény valamint a jelentős bekövetkezési valószínűségű, de kis kár kihatású esemény kockázata között. Itt is teljesülnie kell az, hogy ha $W = 0$ és/vagy $K = 0$, akkor $R = 0$, és a kockázat maximális értéke: 1. A szakirodalom a következő képlet alkalmazását javasolja:

$$R = K \cdot [-0,386294361 \cdot W + 2 \ln(1 + W)].$$



3 ábra $R = K \cdot [-0.386294361 \cdot W + 2 \ln(1 + W)]$ felület izovonalas képe.

6. Kockázatok kiértékelése

A kockázati kiértékelés a kockázatelemzés eredményeinek kockázati kritériumokkal való összehasonlításának folyamata annak megállapítására, hogy a kockázat és/vagy annak mértéke elfogadható vagy tolerálható-e.

A kockázatbecslés alapján az alábbi feltételek elfogadhatók a projekt szempontjából:

- a) A kockázat komolysága a legalacsonyabb gyakorlati szintre csökkenthető.
- b) A kockázatok száma minimális.
- c) Az összes ésszerű gyakorlati kockázatenyhítő intézkedés megtörtént.
- d) A kockázati besorolást a közepes vagy alacsony kategóriára csökkentették.

A kockázatbecslés módszere az alábbi:

1. A tevékenység meghatározása,
2. A munkavégzés helyszíne,
3. A lehetséges fizikai veszélyek meghatározása,
4. A lehetséges veszélyes események meghatározása,
5. A veszélyek komolyságának meghatározása,
6. A veszélyeknek kitett személyek száma,
7. A veszély bekövetkezésének valószínűsége.

A következményeknél általános esetben célszerű figyelembe venni az adott esemény gazdasági (pl.: veszteség, beruházás igény, stb.), egészségügyi, munkabiztonsági hatását (pl.: haláleset, sérülés, munkanap kiesés, stb.), a környezetre gyakorolt hatását (hosszútávon visszafordíthatatlan környezeti kár, stb.), a közösségből kiváltott reakcióját (pl.: társadalmi felháborodás, potenciális tüntetésekkel), a cég reputációját (pl.: nemzetközi sajtóban megjelenő negatív hír), illetve a különböző jogi és teljesítési kihatásokat (pl.: pénzbeli bírságok, letartóztatások, cég működésének felfüggesztése, stb.).

A **1. és 2. táblázatok** mutatnak példát a következmények komolyságának és a bekövetkezési valószínűségek értékelésére a hazai mélyépítési gyakorlatból, melyek együttes figyelembevételével meghatározható a kockázati index. Definíció szerint egy esemény kockázata a bekövetkezési valószínűségnek és a következmények

komolyságának szorzata, így ha pontos statisztikák állnak rendelkezésre a kockázatok számszerűsíthetők is.

1. táblázat: A következmény komolyságának besorolása

Katasztrofális (A)	Balesetből, vagy munkahelyi betegségből eredő azonnal vagy később bekövetkezett halál. Több mint 100 napos termelési veszteség. 10 millió eurót meghaladó összes veszteség.
Nagy (B)	Azonnali, vagy később kialakuló, maradandó károsodást okozó baleset, vagy munkahelyi betegség. 10 és 100 nap közötti késedelmet okozó, a munkát, vagy az építési helyszínt érő kár. 1 millió eurót meghaladó, de 10 millió eurót el nem érő összes veszteség.
Komoly (C)	Bejelentés-köteles baleset, betegség, vagy veszélyes helyzet. Több mint 1 műszak kiesést okozó baleset. Maximum 10 nap késedelmet okozó, a munkát, vagy az építési helyszínt érő kár. 20 ezer eurót meghaladó, de 1 millió eurót el nem érő összes veszteség.
Kicsi (D)	Kisebb sérülés. Kezelést követően az adott személy visszatérhet a műszakba, időveszteség nincs. A munkát, vagy az építési helyszínt érő kár nem okoz jelentős késedelmet. 20 ezer eurón belüli összes veszteség.

2. táblázat: Az esemény bekövetkezésének valószínűsége

Gyakori (5)	A veszélyből adódó kár valószínűleg többször bekövetkezik a projekt során, a projektstatisztika vagy egyéb baleseti statisztika alapján
Lehetséges (4)	A veszélyből adódó kár valószínűleg több mint egy alkalommal bekövetkezik a projekt során, a projektstatisztika vagy egyéb baleseti statisztika alapján
Eseti (3)	A veszélyből adódó kár valószínűleg egy alkalommal bekövetkezik a projekt során, a projektstatisztika vagy egyéb baleseti statisztika alapján
Csekély (2)	A veszélyből adódó kár nem valószínű, hogy bekövetkezik a projekt során, a projektstatisztika vagy egyéb baleseti statisztika alapján
Valószínűtlen (1)	A veszélyből adódó kár egyáltalán nem valószínű, hogy bekövetkezik a projekt során, a projektstatisztika vagy egyéb baleseti statisztika alapján

A **3. táblázat** szemlélteti a kockázatok besorolásának egy lehetőségét számszerű adatok hiányában, mely alapján meghatározhatók a kockázati csoportok és a hozzájuk tartozó szükséges beavatkozások (**4. táblázat**).

3. táblázat: Kockázati index csoportok

VALÓSZÍNŰSÉG						
		1 Valószínűtlen	2 Csekély	3 Eseti	4 Lehetséges	5 Gyakori
Komolyság	A Katasztrofális	A1	A2	A3	A4	A5
	B Nagy	B1	B2	B3	B4	B5
	C Komoly	C1	C2	C3	C4	C5
	D Kicsi	D1	D2	D3	D4	D5
			Alacsony kockázat		Közepes kockázat	
						Nagy kockázat

4. táblázat: Kockázat osztályzásának leírása

Kockázat osztályozása	Meghatározás
Nagy	A kockázat nem vállalható: további tervezési alternatívákat kell keresni.
Közepes	A kockázat tűrhető: csak akkor kell tervezési alternatívákat alkalmazni, ha ez extra költségek nélkül megvalósítható, illetve nem megy az egyéb tervezési szempontok rovására.
Alacsony	A kockázat tűrhető: nem szükséges további tervezési alternatívákat keresni.

A kockázatok megismerése és osztályozása után elkészíthető a Kockázat-elemző táblázat, amit az **5. táblázat** mutat be. A táblázat elkészítése során az azonosított és számba vételre kerülő kockázatokat kell sorba venni és azokat a táblázatban soronként elemezni. Az egyes kockázatokat meg kell nevezni, majd megadni annak komolyságát és valószínűségét, ami alapján a kockázati index meghatározhatóvá válik a 3. táblázatnak megfelelően. A kockázati indexből adódik a kockázati osztály, ami nagy, közepes vagy alacsony lehet.

A kockázati osztály alapján eldönthető, hogy milyen kockázat kezelés szükséges, amit az ellenintézkedések sorban kell majd rögzíteni. *Nagy kockázati osztályba* (narancssárga) sorolás esetén az ellenintézkedés szükségszerű, aminek keretén belül olyan megoldási alternatívákat kell számba venni, ami legalább *Közepes* vagy *Alacsony* osztályba tudja átsorolni az adott kockázatot. A kiválasztott kockázat kezelési megoldás rövid műszaki

megfogalmazását kell a *Megjegyzés* oszlopban ismertetni, majd a megoldás kockázati valószínűségét, kockázati indexét és besorolását megadni a *Kockázat utána* oszlopaiban.

A fentiek alapján kitöltött *Kockázat-elemző* táblázat egyszerűen és gyorsan kezelhetővé teszi kockázat elemzés eredményét a projekt különböző szereplőinek. A kivitelezést akkor célszerű megkezdeni, ha a táblázatban leírtakat a projekt szereplők (Beruházó, Műszaki ellenőr, Kivitelező, Tervező) áttekintették és közösen jóváhagyták, hiszen így mindenki számára ismertté váltak a kivitelezés során várható kockázatok és annak következményei.

5. táblázat: Kockázat-elemző táblázat

No.		Kockázat előtt						Kockázat utána		
	Veszély	komolysága	Valószínűsége	Kockázati index	Besorolás	ellenintézkedések	Megjegyzés	Valószínűsége	Kockázati index	Besorolás

7. Általános geotechnikai kockázatok

Ezen fejezet célja a bármilyen célú geotechnikai munka kivitelezése közben előfordulható kockázatok számbavétele, melyek hatással lehetnek a tervezett szerkezetre is. Természetesen, a különböző mélyépítési munkák esetén ezek eltérő súllyal jelentkeznek.

A kivitelezés alatt fokozottan figyelni kell az alábbi kockázati tényezőket:

- Talajrétegződés/talajfizikai paraméterek tervezettől való eltérése
- Talajvíz helyzete, változása
- Épített környezet és antropogén hatások
- Kivitelezési miatti változások hatásai

A különböző mélyépítési technológiák kivitelezési kockázatait a következő fejezetben elemezzük.

A fenti csoportok külön-külön bemutatva és ismertetve:

7.1. Talajviszonyok

A szerkezetek tervezésekor bemenő adatként szolgálnak a talaj- és talajvízviszonyok. A terület geológiai és hidrológiai viszonyainak jellemzésére *Talajvizsgálati jelentés (TVJ)* készül, amiben meghatározásra kerülnek a különböző talajrétegek, az egyes rétegek talajfizikai jellemzői, a talajvízjárás és annak kémiai összetétele. A TVJ elkészítéséhez szükséges geotechnikai feltárások távolságára és a feltárások szükséges mélységére az MSZ EN 1997-2 ad javaslatokat. Ezek betartása mellett általános vagy kedvező geotechnikai adottságú területeken a talaj- és talajvízviszonyok általában jól megismerhetővé válnak. A szerkezet tulajdonságaitól (méret, terhelés, kialakítás, stb.) és a geológiai, hidrológiai környezet komplexitásától függően válhat szükségessé további geotechnikai feltárás, a helyszín geotechnikai adottságainak pontosítása céljából.

A vizsgálatok célja a valósághoz minél közelebb álló geotechnikai modell alkotás, ami a geotechnikai kockázatok felmérését és ilyen módon azok csökkentését is lehetővé teszi. Az MSZ EN 1997-1 szerint, a geotechnikai viszonyok ismerete a geotechnikai vizsgálatok mennyiségétől és minőségétől függ, ezért kiemelten fontos a TVJ elkészítésének megtervezése során a feltárások típusát, technológiáját és mennyiségét megtervezni. Azoknál a geotechnikailag összetett területeknél, ahol a talajok települése, kifejlődése nem mutat egyenletes, jól követhető rétegződést, a pontszerű feltárások mellett javasolt szelvények mentén készülő geofizikai méréseket is alkalmazni. A talajok tulajdonságainak

részletes vizsgálata céljából a fúrásokból magmintát vagy folytonos magfúrású mintavételezést javasolt végezni a geotechnikai kockázatok beazonosíthatósága érdekében. Mindezen szabványi előírások és ajánlások betartása ellenére a föld alatt eltakarva maradnak olyan bizonytalanságok, amelyeket emiatt a tervezés fázisában nem vagy csak feltételezések mentén lehet számba venni. A kivitelezések során a teljes terület munkába fogásával a geotechnikai feltárások közötti zónák is feltárássra kerülnek, ahol a tervezés során feltételezett és figyelembe vett talajviszonyoktól eltérőt tapasztalhatnak. Ezen eltérések röviden az alábbiak szerint jellemezhetők:

- **Eltérő talajrétegződés**, amikor a rétegek felszínének mélysége, vastagsága, esetleg a dőlés iránya és mértéke eltérő a TVJ-ben megadottaktól.
- Előfordulhat, hogy a kivitelezés alatt szerzünk tudomást **esetleges rétegek megjelenéséről**, amelyek a pontszerű vagy szelvény mentén készülő feltárásokban nem jelentkeztek vagy nem voltak azonosíthatóak. Ilyenek lehetnek például nagy geotechnikai kockázatot jelentő homokerek megjelenése a vízzárónak vélt agyag fekü rétegben vagy vékony agyag rétegek megjelenése egy bevágási rézsűben.
- **A talaj jellemzői, a talajfizikai paraméterek tervezettől eltérő értéke** azt eredményezheti, hogy a tervezett kivitelezési technológiával a szerkezet nem kivitelezhető vagy az állékonyságot veszélyeztető eltérés tapasztalható. Ilyenre lehet példa cementált rétegek megjelenése, ami talajkiszorításos cölöp vagy réselés elakadását eredményezheti. Állékonyságot befolyásoló problémaként adódhat olyan morzsalékos szerkezetű agyag, ami nem tud vízzáró szerepet betölteni, így az agyagba befogott szádfal passzív megtámasztásánál hidraulikus talajtörés következhet be.
- **A kivitelezés közben pontosodnak a rétegek talajfizikai paraméterei**, melyek eltérnek a feltételezett (számításban felvett) talajfizikai paraméterektől. A rétegben feltárt töredezettségnek vagy víz okozta felpuhulásnak olyan nyírószilárdság csökkentő hatása lehet, aminek egy bevágási rézsű vagy munkatérhatárolási szerkezet esetében állékonyságot veszélyeztető kihatása lehet.
- **Agyagfekü geometriai viszonyainak változása, esetleges nem megléte** a vízzárásra tervezett szerkezetek kialakítására lehet olyan hatással, ami jelentős kockázatot eredményezhet. Például a kivitelezés alatt válik pontosan ismertté az agyagfekü helyzete, melynek változása a tervezett mélyépítési szerkezet hosszának változást vonhatja maga után.

- **Nem várt talajnyomás** adódhat például a talajok előterheltségi viszonyainak nem kellő ismerettségéből, de a talajszerkezet eltérő felépítése miatt is nagy eltérés adódhat például a kohézió értékében (pl.: morzsalékos agyag vagy mállott, töredezett réteg), ami a földmegtámasztó szerkezetekben okozhat a tervezettől jelentősen eltérő igénybevételeket.
- **Barlang, üreg jelenléte** a kivitelezés közbeni munkafázisoknál okozhat például állékonyságvesztési problémát vagy magas kockázatot munkahelyi balesetekre.

7.2. Talajvíz helyzete, változásai

Az előző fejezetben említésre kerültek a főbb tevékenységek a talaj- és talajvízviszonyok feltárására vonatkozóan. A talajvíz feltárása során a legfontosabbak közé sorolható az egyes vízáadó rétegek szétválasztása, az esetlegesen nyomás alatti vizek feltárása, valamint a talajvízszintek rögzítése mellett a vízjárás megbecsülése és a várható maximális talajvízszint megfogalmazása. A vizek mozgása mellett fontos azok kémiai összetételének vizsgálata, hogy megítélhetőek legyenek a szerkezetek anyagára gyakorolt hatások.

Fel szeretnénk hívni a figyelmet arra a szakmában gyakran előforduló hibára, hogy a becsült maximális talajvízszintet veszik számításba az építési vízszintnél, így praktikusnak mondható műszaki megoldás kerül elvetésre vagy túlzó beavatkozások kerülnek megtervezésre. Természetesen lehetnek olyan kivitelezések, ahol a maximális talajvízszinttel lehet szükséges a kivitelezés során számolni, mivel annak bekövetkezési valószínűsége akár egész nagy vagy megjelenése rendkívül gyors lehet. Ilyenre lehet példa egy folyó melletti munkatérhatároló szerkezet, ahol a mértékadó árvíz „bármikor” bekövetkezhet.

Az építési vízszint megváltozása a kivitelezési munkák alatt, ezen változásoknak a különböző építési fázisokra (víznyomás, résállékonyság, felúszás, stb.) gyakorolt hatása. Mivel az építési vízszint megváltozása állékonyságvesztést is okozhat, ezért minden építési fázisban ellenőrizni kell, hogy a megfelelő biztonság kimutatható-e.

A talajvíz szintjének változása a **talajvíz nyomás megnövekedése** mellett **megváltoztathatja a rétegek talajfizikai paramétereit** is, melyet szintén figyelembe kell venni.

Figyelembe kell venni a térfogatváltozó agyag talajok esetében esetleges **duzzadás/zsugorodás** lehetőségét és abból eredő kockázatokat is.

Szélsőséges esetben a **kimosódás lehetősége** is előállhat, ami belső eróziós folyamatokon keresztül állékonyságvesztést is eredményezhetnek.

7.3. Épített környezeti és antropogén hatások

Mivel a kivitelezések a legtöbb esetben épített környezetben (települések területén) történnek, így különös tekintettel kell lenni a különböző vonalas létesítményekre, úgymint:

- Ismeretlen csatorna,
- Ismeretlen nagyfeszültségű vezeték,
- Ismeretlen vízvezeték,
- Ismeretlen egyéb vezeték (optikai kábel, telefon, stb),
- Elakadásveszély ismeretlen objektumban, mesterséges feltöltések jelenléte.

Különböző építmények, építményrészek is lehetnek a területen, melyről nincs ismeretünk. Ezek az elakadásveszély vagy a mélyépítési szerszám eltérítése mellett olyan veszélyes üregeket, réseket is fedhetnek, amik bizonyos mélyépítési technológiáknál (pl.: réselés, jételés, stb) jelentős állékonyságvesztési kockázatokat jelenthetnek.

Ide kell még sorolni a régészeti feltárást is, mely szintén kockázati tényezőként jelentkezhet mind a kivitelezésnél, mind pedig a beruházás tekintetében.

Az alábbi épületmaradványokra lehet számítani:

- Ismeretlen pince, ill. pincefal,
- Alaptest megléte,
- Kút,
- Elásott házgyári panelek darabjai.

Antropogén eset továbbá:

- Eddig nem ismert a sír/temető megléte a területen,
- Állati és emberi csontmaradványok,
- Betemetett gödör,
- Világháborús bomba, bombatölcser a területen.

A fizikai értelemben vett kiterjedésű hatások mellett nem szabad figyelmen kívül hagyni a vegyi, kémiai hatásokat, szennyeződést sem. Ezeknek lehet a szerkezetépítésnél használt anyagokra káros hatása, ami csak késleltetve az élettartam alatt derül ki, de

eredményezhetnek jelentős kockázatot munkavédelmi, egészségkárosodási szempontból is a kivitelezési munkák során.

7.4. Kivitelezés miatt bekövetkező változások

A kivitelezések különböző fázisaiban a talaj állapotát folyamatosan megváltoztatjuk: munkagödör kiemelésével, terepszint feltöltésével, valamint a talajvíz süllyesztésével az in situ feszültségállapotot befolyásoljuk. Ebből következik, hogy megváltozhatnak a rétegek fizikai paraméterei lásd 5.1. fejezet. A talajvíz szintjének változását az 5.2 fejezetben már ismertettük.

Itt az alábbi kockázati tényezőket kell figyelembe venni:

- Munkagödör kiemelése
- Rézsűképzés, rézsűbiztosítás
- Munkagödör víztelenítése
- Talajvíz áramlását befolyásoló szerkezet beépítése
- Talaj szilárdítása

8. Mélyépítési technológia függő kockázatok

Az alábbiakban a különböző mélyépítési eljárások esetén a technológiából adódó kockázatokat ismertetjük. Az előző fejezetben bemutatott kockázatokat természetesen – igaz, eltérő mértékben – minden esetben figyelembe kell venni.

8.1. Réseles

A réseles technológiájából adódóan az alábbi kockázatok adódhatnak:

- Zagyszökés
- Réstábla folytonossági hiány
- Vízbefolyás réstáblán keresztül

Szükséges monitoring

- Résfal elmozdulások mérése
- Környező épületek mérése

8.2. Talajhorgonyok munkatérhatárolás estén

- Talajvíz okozta szemcsebecmosódás a horgonyfejnél
- Fúrószerszám elakadása
- Furat omlása
- Zagyszökés

Injektálás

- Injektálás során túlfogyasztás vagy alulfogyasztás
- Kívánt injektálónyomás el nemérése
- Injektáló vezetékek dugulása, elérni kívánt injektálási szakaszok elmaradása

Feszítés

- Szabadhossz kellő mértékű felszakadása
- Befogott szakasz pászma-injektált test kapcsolatának megléte
- Befogott szakasz és talajtest kapcsolatának megfelelőssége
- Horgonyfej kialakításának megfelelőssége

- Erő/Elmozdulás megfelelősége

Monitoring

- Horgonyerő ellenőrzése
- Horgonykihúzó ellenőrzése
- Talaj és befogott szakasz közötti kúszás ellenőrzése

Erő/Elmozdulás monitorozása

8.3. Fúrt-injektált talajszegek munkatérhatárolás esetén

Talajszeg fúrása

- Talajvíz okozta szemcsebemosódás a talajszegfejnél
- Fúrószerszám elakadása
- Furat omlása
- Zagyszökés

Feszítés

- Horgonyfej kialakításának megfelelősége
- Erő-alakváltozás megfelelősége

Monitoring

- Talajszeg erő ellenőrzése
- Talajszeg kihúzódnak ellenőrzése
- Talaj és talajszeg közötti kúszás ellenőrzése
- Erő/Elmozdulás monitorozása

8.4. Vert talajszegek és löttbeton munkatérhatárolás esetén

Talajszeg installálása

- Döfés-szögtől való eltérés
- Közbenső talajkiemelési fázis állékonyságvesztése
- Föld túlszedés okozta lokális beszakadások, munkatérhatároló rézsű szögeltérés
- Rétegvizek megjelenése

Monitoring

- Talajszeg kihúzódásának ellenőrzése

8.5. Jetfalas alapozási sík mélyítése, munkatér-határolás

Jetelés alatti problémák

- Építmény állékonyságvesztés (jet kiosztásból, kivitelezési sorrendből, technológiai időbe nem tartásból, stb.)
- Habarcs elfolyás, erózió kialakulása
- Építmény és jetoszlopok közötti kontakt kialakítása, habarcs töppedés
- Víz záró fal esetén az oszlopok vagy panelek összemetszése (pozicionálás, fúrásferdeség, stb.)
- Jetsugár letakarása (talajban található görgetegek vagy épületmaradványok miatt)

Építmények hatása

- Habarcs betörés (pincébe, közműbe, barlangba)
- Jetsugár letakarása

Monitoring

- Jetfal elmozdulások mérése
- Környező épületek mérése

8.6. Szádfalas munkatér-határolás

Szádverés során lévő problémák

- Dinamikus hatások környezetre gyakorolt hatása
- Szádpallók szétnyílása
- Szádpallók megszorulása
- Sarok elemek szétnyílása

Monitoring

- Szádfal elmozdulások mérése
- Környező épületek mérése

8.7. Cölöpalapozás

Cölöpözés alatti problémák

- Cölöpök folytonossági hibája
- Kemény, nehezen fúrható agyag talajok köpenymenti ellenállás csökkenése
- Cölöptalp felpuhulása talajvíz vagy szemcsés anyag beáramlás miatt
- Furatállékonyság
- Zagyszökés zagymegtámasztású cölöpöknél
- Betonszökés üreg vagy barlang jelenléte miatt
- Beton eltarthatósági és bedolgozási problémák
- Bedolgozott beton minőségi problémák cement mátrix kimosódás vagy gyors víztartalom veszteség miatt
- Armatúra lehajtás során lévő elakadás
- Cölöp pozíció és ferdeség okozta problémák

Monitoring

- Cölöp pozíció geodéziai ellenőrzése
- Cölöp integritás vizsgálat
- Teherbírás próbaterhelése

Mellékletben egy projekt (folyópart melletti) mélygarázs kockázatértékelő táblázata becsatolva példaként).

9. Irodalomjegyzék

- [1] ISO/IEC 31010:2019 - Risk management - Risk assessment techniques.
- [2] Jelentés Magyarország nemzeti katasztrófakockázat-értékelési módszertanáról és annak eredményeiről. BM OKF, Budapest, 2014.

10. Melléklet

Folyópart menti mélygarázs kockázatértékelő táblázata

10.1. Résfal építése

No.	Veszély	Kockázat előtte					Kockázat utána		
		komolysága	Valószínűsége	Kockázati index	Besorolás	ellenintézkedések	Valószínűsége	Kockázati index	Besorolás
1	Árvíz eléri az adott földmunkasíkot (minden földmunkasík/építési fázis külön vizsgálandó!)	A	3	A3	magas	igen	I	A1	alacsony
2	Helyi földomlás	B	3	B3	magas	igen	I	B1	alacsony
3	Agyagfékü határának változása	B	3	B3	magas	igen	I	B1	alacsony
4	Bomba megjelenése	B	3	B3	magas	igen	I	B1	alacsony
	Ismeretlen csatorna réscélés alatt	C	3	C3	komoly	igen	I	C1	kicsi
Megjegyzés									
		Vízállás előrejelzés és meteorológia figyelése, Inclinométer mérések sürítése, Szakértői csapat véleményének kikérése							
		Rézsű meredekségének csökkentése, kézi földmunka felfüggesztése							
		Réstábla mélység növelése							
		Előzetes löszszermentesítés, munkálatok leállítása, tűzszerek értesítése							
		Réstábla feltöltése soványbetonnal, réscélés megismétlése							

	Ismeretlen nagyfeszültségű vezeték	B	2	B2	közepes	igen	Földmunka leállítása, közműtulajdonos értesítése	1	B1	alacsony
	Ismeretlen gázvezeték	B	3	B3	magas	igen	Földmunka leállítása, közműtulajdonos értesítése	1	B1	alacsony
	Ismeretlen víz vezeték	B	3	B3	magas	igen	Földmunka leállítása, közműtulajdonos értesítése	1	B1	alacsony
	Ismeretlen egyéb közmű (telefon, kábel, forgalomirányítás, stb)	B	3	B3	magas	igen	Földmunka leállítása, közműtulajdonos értesítése	1	B1	alacsony
	Zagyszökés	B	3	B3	magas	igen	Markolás leállítása, soványbeton visszatöltés, újra markolás	1	B1	alacsony
	Résiábla folytonossági hiány, talajbetörés	B	3	B3	magas	igen	Hiány feltárása, külső zárás jet grouting fallal, üreg injektálás	1	B1	alacsony
	Vízbefolyás résiablán keresztül	C	3	C3	közepes	igen	Befolyás feltárása, repedés injektálás	2	C2	alacsony

10.2. Csatlakozó horgonyzás, injektálás

No.	Veszély	Kockázat előtte					Kockázat utána			
		komolysága	Valószínűsége	Kockázati index	Besorolás	ellenintézkedések	Megjegyzés	Valószínűsége	Kockázati index	Besorolás
1	Fúrási anyagkihozatal-előrehaladás aránytalansága	B	4	B4	magas	igen	Fúrási napló vezetése, többlet talajkihozatalnál fűrés leállítás, fűrés sebesség módosítása, üregkitöltés injektálással	1	B1	alacsony
2	Injektálás anyagfelhasználása és injektálási nyomás összhangja	B	3	B3	magas	igen	Fúrási napló vezetése, a nyomás felső határának előírása	1	B1	alacsony
3	Injektáló anyag szökése (csatornatörés)	B	4	B4	magas	igen	Főgyűjtő csatorna rendszeres ellenőrzése, nyomás felső határának és anyagmennyiségének korlátozása	1	B1	alacsony
4	Horgonyerő és elmozdulás nem terv szerinti	B	3	B3	magas	igen	Horgony újra injektálása, esetleges új horgony fűrésa	1	B1	alacsony
	Injektáló anyag szökése (szomszédos pince miatt)	B	3	B3	magas	igen	Ház pincéjének gyakori ellenőrzése, nyomás felső határának és anyagmennyiségének korlátozása	1	B1	alacsony

10.3. Monitoring

No.		Kockázat előtte					Kockázat utána
	Veszély	komolysága	Valószínűsége	Kockázati index	Besorolás	ellenintézkedések	Megjegyzés
1	Résfal elmozdulásának mérése	B	3	B3	magas	igen	Inklinométer csövek telepítése egyes réstáblákba, rendszeres mérése
2	Épületmozgások mérése	B	4	B4	magas	igen	Mérőpontok telepítése az épületeken, a pontok rendszeres mérése
3	Talajvízszint mérése a környezetben	B	4	B4	magas	igen	Talajvízszint figyelő kút telepítése, a vízszint mérése

10.4. Inklinométer mérések

Tevékenység	Számított elmozdulás	figyelmeztetése	készültség	vészhelyzet	Mérés sűrűsége
1. ütemű földmunka					Napi utána heti
Horgonyzás, horgonyfeszítés					Napi utána heti
2. ütemű földmunka					Napi utána heti
Horgonyzás, horgonyfeszítés					Napi utána heti
N.-dik. ütemű földmunka					Napi utána heti
Horgonyzás, horgonyfeszítés					Napi utána heti
Teljes földkiemelés					Napi
Alaplemez készítése					napi

A sorozat keretében eddig megjelent kiadványok

2017.-2022.

A korábbi kiadványokat keresse a kamara weboldalon (www.mmk.hu), a FAP pályaműveket tartalmazó menüben.

2023.

101.	SZILÁGYI Zsombor Dr.,	Az energiahordozók jövője
102.	BLAZSOVSZKY László	Szakmai útmutató felhasználási helyek gázellátását biztosító elosztóvezeték leágazásának létesítéséhez
103.	ÁKOSHEGYI György Dr., BORBÉLY Tibor, DIÓS András, EÖRDÖGH Zsolt	Medencés fürdők vízgépészeti tereinek tervezési szempontjai
104.	KISS Jenő dr., METZING Ferenc dr., CSERMELY Gábor, dr. HEGYI Dezső, KÖNCZÖL Gyula, DEZSŐ Zsigmond	Szakmai Útmutató az épületek, épületszerkezetek bontásához
105.	MÓGA István Dr.	Atomerőművi alapok
106.	BAK Edina, FEJES Gábor, HONTI Imre, HUDACSEK Péter, SCHELL Péter	Talajmechanikai laboratóriumi vizsgálatok, azok megtervezése és eredményeinek felhasználása a geotechnikai tervezői gyakorlatban
107.	EGRI Sándor, BUZÁS Zoltán	AutoCAD alapon készített tervdokumentációkból EHO szerinti XML fájl készítése (objektumsablon készítése)
108.	BONDOR Gabriella, CSORDÁS Szilveszter, KANOSIK Ilona, PÓLYA Endre, VARJÚ József	Szakmai ismeretek a jogosultsági vizsgára
109.	KAKUK Ilona	Az Informatikai Tervező Szakmai Útmutatója (109./1-2-3.)
110.	GIORIS Nikolaos, MENYHÁRT István Zsolt, OLÁH Róbert, TAKÁCS Bence dr., VASS Imre	Digitális mellékletek készítése az M.2 (2021.) mérnökgeodéziai tervezési segédlethez
111.	ZSIDAI László Dr., SARANKÓ Ádám Dr., SZABÓ Péter	Az additív technológiák terméktervezési és technológiai sajátosságai
112.	REINIGER Róbert, BARNA Sándor, BITE PÁLNÉ DR. PÁLFFY Mária, MIHICS Dalma, PINTÉR István	A Li-ion alapú akkumulátor, illetve akkumulátor részegység gyártás környezetvédelmi hatásági engedélyezésének környezetvédelmi alapkövetelményei - Szakmai segédlet környezetvédelmi szakértők, illetve hatásági eljárási szereplők részére
113.	TOKODY Dániel Dr., SCHOTTNER Károly, HADDAD Richárd, ADY László, ÁGOSTON Gergő, DRABIK Gergő, HAN Xiaoping, CSAPÓ Dániel, SZŰCS Marcell, FELHŐS Dávid Dr.	Napelemes rendszerekkel együttműködő energiatárolók létesítése
114.	GYIMESI András Dr., BOHÁCS Gábor Dr., SÜLLE Miklós, GÓDOR Balázs	Építőgépész mesteriskola tantárgyi felépítés és a hozzá kapcsolódó tematika kidolgozása
115.	BOROS János	Az atomerőművi rendszerek és rendszerelemek tervezésénél figyelembe vett elvek összefoglalása
116.	PRIMUSZ Péter Dr.	Hajlékony útpályaszerkezetek szükséges erősítőrétégének meghatározása roncsolásmentes teherbírásmérés alapján

117. EGRI Sándor, BUZÁS Zoltán AutoCAD alapon készített tervdokumentációkból EHO szerinti XML fájl készítése (objektumsablon készítése)

2024.

- | | | |
|------|---|--|
| 118. | SZABÓ Kinga Dr., ÓMAJTÉNYI András, TÓTH Péter, ZSIGMONDI András | A beruházáslebonyolító tevékenysége - Szakmai ajánlás a beruházáslebonyolító fogalmának meghatározására, felelősségére és jogosultságának szabályozására |
| 119. | SZILÁGYI Zsombor Dr., | Feladatok a klímacélok teljesítéséhez |
| 120. | BLAZSOVSZKY László | A csatlakozóvezetékek és a felhasználói berendezések létesítésével kapcsolatos gyakorlat, és a változtatás szükségességének elemzése |
| 121. | PÓLYA Endre, BALOGH Attila, ERDEI Tímea, VARJÚ József | Műszaki segédlet az orvostechnikai eszközpark üzemeltetéséhez - Tervezési segédlet, szakmai útmutató, tananyag az MMK kötelező szakmai továbbképzéshez, valamint dokumentum egészségügyi létesítménymenedzsment és minőségmenedzsment részére. |
| 122. | BOROS János, CSALLÓKÖZI Zoltán, DOBÓ István, HUNYADI Sándor, KÁLLAI-BORIK Róbert, PODONYI Gábor, SZITA Gábor, DR. SZÜCS Botond, PERGERNÉ NAGY Edit, GYŐRI Csaba | Magyarország villamosenergia ellátásának lehetőségei |
| 123. | DR. TAKÁCS Bence, HRUTKA Bence Péter, TAKÁCS Regina | Szakmai útmutató vonalas létesítmények 3D modellezéséhez (geodéziai tervezők részére) |
| 124. | LIPOVICS Tamás, SZENDEFY János, VÁSÁRHELYI Balázs | Kockázatok elemzése a mélyépítésben |
| 125. | KAKUKK Ilona Klára, NÓGRÁDI Gábor | Informatikai Tervező Szakmai Útmutató |
| 126. | EGRI Sándor | Az NMHH ESZTER aktuális verziójának használata során feltárt hiányosságok, problémák kezelése az AutoCAD programozási eszköztárával |
| 127. | DR. HANCZ Gabriella, DR. ENGI Zsuzsanna, JANCsó Béla | A kék-zöld infrastruktúra elemek tervezési irányelvei |
| 128. | HAJNAL János, DR. KOREN Csaba, LITKEI Bálint, VÁLÓCZI Dénes György | A Közúti biztonsági auditjelentések szerepe az önkormányzatok pályázati gyakorlatában |
| 129. | HÓZ Erzsébet, BORBOLÁNÉ KOVÁCS Gabriella, DR. MILETICS Dániel, PÁL Péter, VÁLÓCZI Dénes, VEDRŐDI Tamás | Személyi sérüléssel közúti közlekedési balesetek adatgyűjtési módszertana |
| 130. | SZOMOLÁNYI Tiborné, LAKATOS István, LUKÁCS Tamás | Segédlet a megvalósulási dokumentációk készítéséhez, használatbavételi, fennmaradási és bontási engedélyek dokumentációinak elkészítési segédlete |
| 131. | KATONA Gábor, FÜZÉR Ferenc, MOLNÁR Béla | Hírközlési hálózatok építési technológiai gyűjtemény - Bontások, úttámfúrások, anyag és munkaigények összefoglaló tervezői anyag |
| 132. | KOVÁCS József, NAGY Benedek, SZABÓ László, DR. SZEPESHÁZI Attila | Geotechnikai és tartószerkezeti tervező együttműködése talaj és felszerkezet egymásra hatásának vizsgálata esetén |
| 133. | MÁRKUS Miklós, MUNTAG | Ipari zajmodell adatszolgáltatási segédlet - Segédlet szakági |

András

tervezők részére környezeti zajmodell készítéséhez