



Mennyire zöld egy alapozás?

TDK Konferencia 2011

Kardos Nóra - Végh Renáta
Építőmérnöki szak – V. évfolyam

Konzulens: Dr. Nagy László
Egyetemi docens



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Budapesti Műszaki és
Gazdaságtudományi Egyetem

Geotechnikai Tanszék

Összefoglaló – Abstract

Kardos Nóra V. évf., Végh Renáta V. évf.

Konzulens: Dr. Nagy László

Mennyire zöld egy alapozás?

A mai világban a környezettudatos viselkedés egyre szélesebb körben terjed. A társadalom egyre inkább törekszik az energiatakarékos és környezetbarát módszerek megismerésére és alkalmazására. Az építőipar számos területén megjelenik ez a törekvés /passzívházak, hulladékgazdálkodás, napkollektorok, geotermikus energia felhasználás stb./, korábban a mélyépítési munkálatok során nem fektettek erre elég hangsúlyt.

Dolgozatunk alapozások környezeti hatásvizsgálatával, energiagazdálkodásával foglalkozik az előkészületektől a szerkezetek teljes élettartamáig. Célunk két különböző alapozási módszer vizsgálata folyamán, egy olyan komplex pontrendszer kialakításának kezdeményezése, amely alapján a specifikus igényeknek megfelelően könnyen kategorizálni lehet az egyes alapozási eljárásokat. Az alapozások értékelésénél a következő szempontokat javasoljuk figyelembe venni: erőforrás, energia felhasználás, káros anyag kibocsátás, környezettel való harmónia, hulladék, egyéb.

How green is a foundation?

Nowadays people are applying an environmentally sound moral. The society increasingly aspire practise and get acquainted with energy-saving and environmentally sound methods. This ambition appears in many areas of building industry /passive houses, waste recyclings, solar systems, geothermal energy appropriations, etc. .. /, earlier in the course of civil engineering working weren't emphasized enough.

Our paper deals with environmental impact, energy management of foundations from arrangements to lifetime. Our aim is to devise initiation of a complex point system. This system makes easy categorization of some foundation methods possible. We would like to demonstrate this system by two different foundations. We suggest to take the following aspects into consideration by assessment of foundations. Resources, energy appropriations, emissions, harmony with the environment, waste.

Tartalomjegyzék

1	BEVEZETÉS	5
	1.1 Témamegjelölés	5
	1.2 Célkitűzések	5
2	ÁTTEKINTÉS	6
	2.1 Fogalmak	6
	2.1.1 Környezeti hatás	6
	2.1.2 Környezettudatosság	6
	2.1.3 Környezet szennyezés	6
	2.2 Meglévő rendszerek, szabványok	6
	2.2.1 LCA	6
	2.2.2 LEED	9
3	JAVASOLT SZEMPONTOK A PONTRENDSZER KIALAKÍTÁSÁHOZ	10
	3.1 Fő szempontok	10
	3.1.1 Erőforrás	11
	3.1.2 Energia felhasználás	11
	3.1.3 Káros anyag kibocsátás	11
	3.1.4 Környezettel való harmónia	11
	3.1.5 Hulladék	11
	3.1.6 Egyéb	11
4	JET GROUTING TECHNOLÓGIA	11
	4.1 Technológiai leírás	11
	4.2 Erőforrás	14
	4.2.1 Gépek szállítás során	14
	4.2.2 Gépek munkafolyamat során	15
	4.2.3 Gyarak	15
	4.2.4 Nyersanyagok	15
	4.2.5 Humán erőforrás	16
	4.3 Energia felhasználás	17
	4.3.1 Gépek szállítás során	17
	4.3.2 Gépek munkafolyamat során	17
	4.3.3 Gyarak	17
	4.3.4 Áram	18
	4.3.5 Talajminőségtől függő energiaigény	19
	4.4 Káros anyag kibocsátás	19
	4.4.1 Levegő	19
	4.4.2 Talajvíz	22
	4.4.3 Talaj	22

4.5 Környezettel való harmónia	23
4.5.1 Ember	23
4.5.1.1 Szálló por	23
4.5.1.2 Zaj	23
4.5.1.3 Rezgés	23
4.5.2 Épített környezet	23
4.5.3 Élővilág, természet	24
4.6 Hulladék	25
4.6.1 Építéskor	25
4.6.2 Lebontáskor	25
4.7 Egyéb	25
4.7.1 Költségek	25
4.7.2 Technológia helyigénye	25
4.7.3 Időigény	25
4.7.4 Teherbírás	26
4.7.5 Funkció	26
4.7.6 Kiszolgáló telep	26
5 FÚRT CÖLÖPÖZÉSI TECHNOLOGIA	26
5.1 Technológiai leírás	27
5.2 Erőforrás	27
5.2.1 Gépek szállítás során	27
5.2.2 Gépek munkafolyamat során	28
5.2.3 Gyárak	28
5.2.4 Nyersanyagok	28
5.2.5 Humán erőforrás	29
5.3 Energia felhasználás	30
5.3.1 Gépek szállítás során	30
5.3.2 Gépek munkafolyamat során	30
5.3.3 Gyárak	30
5.3.4 Áram	30
5.3.5 Talajminőségtől függő energiaigény	30
5.4 Káros anyag kibocsátás	30
5.4.1 Levegő	30
5.4.2 Talajvíz	31
5.4.3 Talaj	31
5.5 Környezettel való harmónia	31
5.5.1 Ember	31
5.5.1.1 Szálló por	31
5.5.1.2 Zaj	31
5.5.1.3 Rezgés	31
5.5.2 Épített környezet	31
5.5.3 Élővilág, természet	31

5.6 Hulladék	32
5.6.1 Építéskor	32
5.6.2 Lebontáskor	32
5.7 Egyéb	32
5.7.1 Költségek	32
5.7.2 Technológia helyigénye	32
5.7.3 Időigény	33
5.7.4 Teherbírás	33
5.7.5 Funkció	33
5.7.6 Kiszolgáló telep	34
6 PONTRENDSZER	34
6.1 Konceptió	34
6.1.1 Maximális pontérték (Mp)	35
6.2 Erőforrás	36
6.2.1 Gépek szállítás során	36
6.2.2 Gépek munkafolyamat során	36
6.2.3 Gyarak	36
6.2.4 Nyersanyagok	37
6.2.5 Humán erőforrás	38
6.3 Energia felhasználás	38
6.3.1 Gépek szállítás során	38
6.3.2 Gépek munkafolyamat során	38
6.3.3 Gyarak	39
6.3.4 Áram	39
6.3.5 Talajminőségtől függő energiaigény	39
6.4 Káros anyag kibocsátás	40
6.4.1 Levegő	40
6.4.2 Talajvíz	40
6.4.3 Talaj	40
6.5 Környezettel való harmónia	42
6.5.1 Ember	42
6.5.1.2 Zaj	42
6.5.1.3 Rezgés	42
6.5.2 Épített környezet	43
6.5.3 Élővilág, természet	43
6.5.3.1 Állatvilág	43
6.5.3.2 Talajvíz áramlás megváltozása	43
6.5.3.3 Talajvízszint emelkedése	44
6.6 Hulladék	44
6.6.1 Építéskor	44
6.6.2 Lebontáskor	45

6.7 Egyéb	45
6.7.1 Technológia helyigénye	45
6.7.2 Kiszolgáló telep	46
6.7.3 Időigény	46
6.7.4 Funkció	46
6.7.5 Teherbírás	47
6.7.6 Költségek	47
7 ÖSSZEHASONLÍTÁS	47
7.1 Peremfeltételek	47
7.2 Pontozás	48
8 KONKLÚZIÓ	49
9 KITEKINTÉS	49
10 KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	51
11 FORRÁSJEGYZÉK	52
12 MELLÉKLETEK	53

1. BEVEZETÉS:

A 60-as években vizsgálni kezdték, hogy az élők munkát hogyan tudják gépekkel helyettesíteni. Az akkori fejlesztéseknek köszönhetően a legtöbb szektorban ugrásszerűen megnőtt a gépesített technológiák száma, mellyel párhuzamosan visszaesett, és lecsökkent a humán erőforrás igénye. Ezáltal a környezetterhelés egyre szélesebb körben terjedt és napjainkban, olyan mértékűvé vált, hogy az emberek elkezdtek a környezetvédelmi problémákkal komolyan foglalkozni. Ezek a törekvések az építőiparban is fellelhetők (passzív házak, újrahasznosított beton, bio grouting eljárás, geotermikus energia felhasználása...). A politika sem zárkózik el a témától, vannak olyan rendeletek, amelyek a környezet védelmében készültek. Célunk felhívni a figyelmet a környezetbarát gondolkodás fontosságára az alapozások területén is. Az alapvető követelmények - teherbírás, ár - mellett figyelmet kéne fordítani a környezetvédelmi vonatkozásokra is.

1.1. Témamegjelölés:

Dolgozatunk alapozások környezeti hatásvizsgálatával foglalkozik, az előkészületektől a szerkezetek teljes élettartamáig. A tanulmány során a jet grouting és a CFA cölöpözési eljárásokat vizsgáltuk. Az alapozások értékelésénél a következő szempontokat vettük figyelembe: erőforrás, energia felhasználás, káros anyag kibocsátás, környezettel való harmónia, hulladék, egyéb. A téma összetettségéből adódóan, minél több szemszögből próbáltunk vizsgálni. Ezért számos tanszéket meglátogattunk, és kivitelező cégektől is segítséget, információkat kértünk. Két különböző megvalósult alapozás adatait is megkaptuk, amelyek az 1. számú mellékletben találhatók.

1.2. Célkitűzések:

Külföldön már foglalkoznak környezetbarát épületek-kivitelezésével és azok tervezésével. Legismertebb rendszer az energetikai és környezetbarát tervezésben az amerikai LEED (Leadership in Environmental and Energy Design), amelynek célja, hogy magas színvonalú „zöld” épületeket hozzanak létre. Kutatásaink során találkoztunk más, hasonló elven működő rendszerrel, melyet a későbbiekben részletesen bemutatunk (Life Cycle Assessment, LCA), valamint megismerkedtünk az MSZ EN ISO 14001:2005 Környezetközpontú irányítási rendszerével. Ezen rendszerek iránymutatást adtak egy hasonló, mégis más szempontrendszer kialakításához.

Céljaink:

- megfelelő szempontok kialakítása, melyek segítségével kialakíthatunk egy olyan pontrendszert, ami alapján az alapozások környezeti hatásvizsgálata végezhető,
- a kialakított pontrendszer és az EMAB Mélyépítő Zrt. két munkája alapján, a CFA cölöpözési és a Jet grouting technológia összehasonlítása, értékelése.

2. ÁTTEKINTÉS:

2.1. Fogalmak:

2.1.1. Környezeti hatás:

Az emberi tevékenység okozta olyan állapotváltozás, amely értelmezhető és értékelhető környezetvédelmi szempontból.

A környezetben végbemenő mindennemű változás, akár káros, akár hasznos, amely egészben vagy részben a szervezet környezeti tényezőitől származik.

2.1.2. Környezettudatosság:

A környezettudatosság az egyes személyek vagy a társadalom valamely szegmensének a bioszféra állapotával és az emberi populáció környezetével kapcsolatos tájékozottságát, érzékenységét és tudatos felelősség vállalását kifejező fogalom, amelyet gyakran jelzői formában használnak.

2.1.3. Környezetszennyezés:

A környezetszennyezés az emberi társadalom környezetének kedvezőtlen irányú megváltoztatása. A környezeti elemek (levegő, víz, talaj) előnytelen összetétel-változásával és minőségromlásával járó tevékenység, jelenség, vagy maga az előnytelen összetétel-változást és minőségromlást okozó anyag. A környezetszennyezés lehet fizikai (zaj-, hő-, fényszennyezés), kémiai (szennyvíz, talajszennyezés, túlzott agrokemizálás), biológiai természetű (mesterségesen átalakított vagy tájidegen élőlények alkalmazása).

2.2. Meglévő rendszerek, szabványok:

2.2.1. LCA:

LCA-Life Cycle Assessment
Életciklus értékelés/ Életciklus analízis



LCA vizsgálat célja:

Az életciklus-elemzés (Life Cycle Assessment, LCA) más néven életciklus-becslés, életciklus-értékelés, vagy életciklus-vizsgálat egy termék, folyamat vagy szolgáltatás teljes életútja során vizsgálja annak környezetre gyakorolt potenciális hatásait. Egy termék életútjának nevezzük a szükséges nyersanyag bányászatától és előkészítésétől a termék gyártásán keresztül a termék használatáig és a használat után keletkező hulladék hasznosításáig vagy kezeléséig terjedő szakaszt. Alkalmazásával számszerűsíthetővé válik a termék, szolgáltatás, technológia és folyamat élete során felmerülő környezeti hatása, a nyersanyag kitermeléstől a gyártáson és felhasználáson keresztül a végleges elhelyezéséig.

Életciklus-elemzést gyakran végeznek akkor, amikor választani lehet az azonos funkciójú, de a környezetre eltérő mértékben ható termékek, folyamatok, szolgáltatások, illetve rendszerek közt. A környezeti hatások értékelésekor egyaránt figyelembe kell venni az emberi egészségre és az ökoszisztéma állapotára gyakorolt hatásokat, beleértve az erőforrások felhasználását is. Az LCA lehetőséget teremt a káros kibocsátások tudatos, gazdasági-környezeti szempontból is optimális csökkentésére.

Az ISO 14000 szabványcsaládról:

ISO 14000-Környezetközpontú irányítási rendszerek:

Az ISO 14000 szabványsorozat a környezetvédelemre irányítja a figyelmet annak érdekében, hogy tisztább, biztonságosabb, egészségesebb világban élhessünk. A szabványsorozat lehetővé teszi, hogy a szervezetek környezetvédelemmel kapcsolatos tevékenységüket egy nemzetközileg elfogadott követelményrendszer szerint végezzék.

A szabványcsalád életciklusra vonatkozó pontjai:

- Alapelvek és keretek
- A cél és a tárgy meghatározása és leltárelemzés
- Az életciklus alatti hatások értékelése
- Az életciklus értelmezés

MSZ EN ISO 14040 szerinti fogalmak:

- Életciklus: [MSZ ISO 14040, 1997]

„Egy termék hatásrendszerének egymás után következő, egymáshoz kapcsolódó szakaszai, a nyersanyagbeszerzéstől vagy a természeti erőforrás keletkezésétől az újrahasznosításig vagy az ártalmatlanításig.”

- Életciklus-elemzés: [MSZ ISO 14040, 1997]

„Egy termék hatásrendszeréhez tartozó bemenet, kimenet és a potenciális környezeti hatások összegyűjtése és értékelése annak teljes életciklusa során.”

Szemlélet:

A környezeti értékeléskor nem egy – egy kiragadott mutatót kell használni, hanem a teljes életút minden környezeti hatását számításba kell venni. („életciklus gondolkodás” „bölcstől a sírig”)

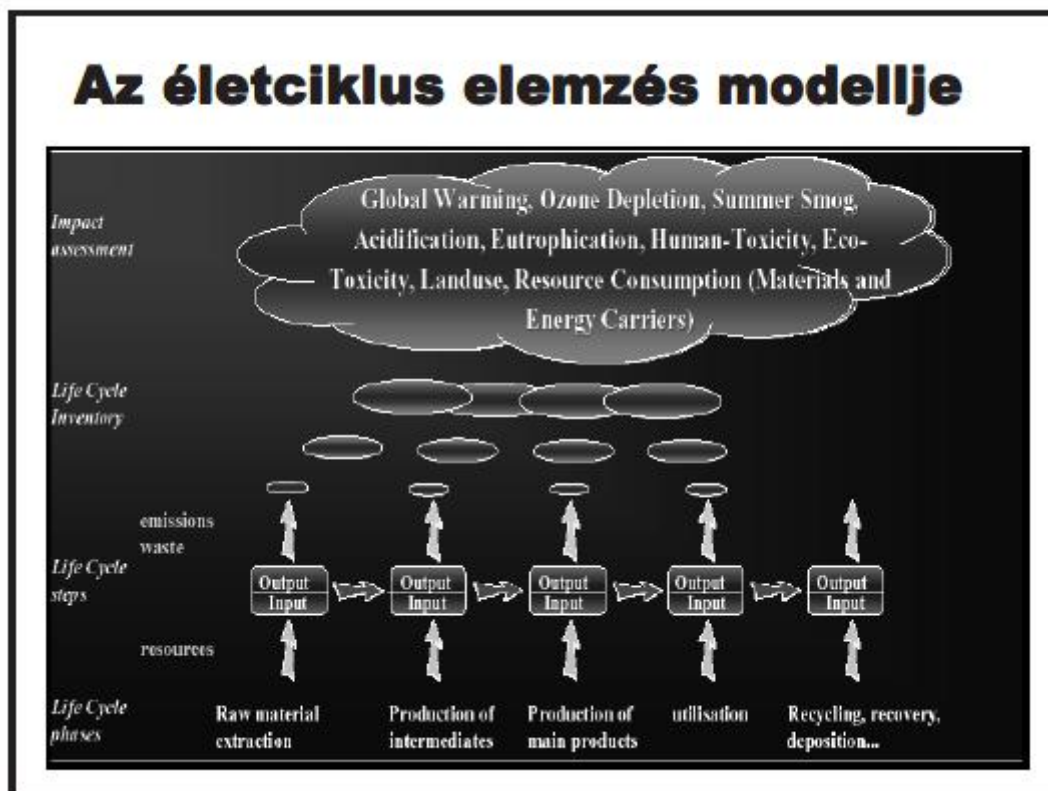
Módszertan:

Szabványokban pontosan előírt eljárás van a termékek, technológiák, tevékenységek minden környezeti hatásának felmérésére, rendszerezésére, értékelésére, összehasonlítására.

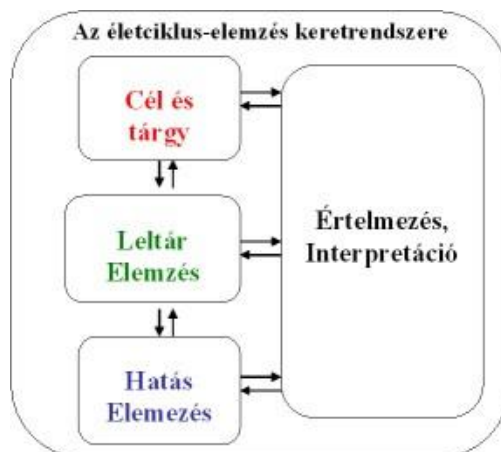
Az LCA céljai:

- minél pontosabb ismeretek egy termék, egy technológia környezeti hatásairól, azok számszerű jellemzése, egyszerű bemutatása,
- különböző termékek, tevékenységek összehasonlítása környezeti hatásuk szerint,
- a környezetvédelmi érvrendszer alátámasztása egzakt adatokkal,
- környezetpolitikai döntések előkészítése,
- környezeti gondolkodás alakítása.

Az életciklus elemzés modellje:



Az LCA szakaszai:



Az életciklus értelmezése:

Az értelmezés az életciklus-értékelésnek az a szakasza, amelyben az eddigi megállapításokat, eredményeket a célnak és a tárgykörnek megfelelően következtetések, ajánlások formájába öntik a célközönség számára.

2.2.2. LEED:

1998-ban fejlesztették ki az Egyesült Államokban. A LEED (Leadership in Environmental and Energy Design) rendszer keretében minősíteni lehet új, és már meglévő épületeket is. Ezen felül külön rendszert dolgoztak ki azokra az esetekre is, amikor egy új épület tulajdonosa vagy bérlője szeretné minősíttetni az épületet.

Mivel a minősítési folyamat során azt kell igazolni, hogy az adott épület megfelel a rendszer előírásainak, célszerű már a tervezési folyamatban szem előtt tartani az előírásokat, hiszen több olyan előírás is van a rendszerekben, amik a tervezés, illetve a kivitelezés folyamata során könnyen teljesíthetőek, ellenben utólag már nem. A minősítési folyamatot minden rendszer esetében nehezíti, hogy a szakági tervezők még nem rendelkeznek kiterjedt tapasztalattal a rendszerek előírásainak területén.

A rendszer alapelve, hogy azonos kategóriákban lehet pontokat szerezni, de a pontok megszerzésének feltételei eltérőek. Az elért pontokat összesítik, és ez alapján ér el a projekt, minősítést.

A minősítési folyamat során először regisztrálják a projektet, majd a projekt résztvevői az egyes pontoknak való megfelelést igazoló dokumentumokat feltöltik a megadott honlapra; a minősítési folyamat tehát teljes egészében online zajlik. A tanúsítványokat kibocsátó tekintélyes nemzetközi intézmény a „Bureau Veritas”.

Működés:

A tervezéstől az építésen/felújításon át a fenntartásig a teljes életciklust vizsgálja a minősítési rendszer. A munkálatok, mind a tervezés, mind az üzemeltetés során nagyobb odafigyelést igényelnek.

Különböző szempontok szerint vizsgálják az épületeket, amelyeket egy pontrendszer segítségével tesznek összehasonlíthatóvá. Egy projekt legfeljebb 100 pontot kaphat, plusz az esetleges bónuszpontok, amelyek száma 10 lehet.

A pontok végösszege alapján osztályozzák az épületeket, amelyik több pontot kap, az jobb környezetvédelmi minősítést ér el. Ez alapján négy kategóriát határoznak meg:

- minősített – „certified”
- ezüst – „silver”
- arany – „gold”
- platina – „platinum”

A minősítés során az épület egyfajta „környezettudatos” címkét kap.

Vizsgálati szempontok:

Fő szempontok: fenntarthatóság, víz- és energiafelhasználás hatékonysága, felhasznált anyagok, a beltéri környezet minősége, az innovatív tervezési eljárások alkalmazása és a projekt esetleges regionális prioritása.

Fenntarthatóság azt jelenti, hogy a környezetterhelése a lehető legkisebb legyen mind az építkezés/felújítás, mind a fenntartás, üzemeltetés során.

Előnyben részesítik azt az épületet, amely nem okoz nagy változást a tájképben, nincsenek távol a már meglévő nagy ellátórendszerektől és közlekedési útvonalaktól, erózió nélkül biztosítják a csapadékvíz elvezetést, és nem okoznak fényszennyezést, illetve hősziget-effektust.

Olyan projekteket támogat, amelyek

- különféle innovatív megoldásokkal csökkentik az épület ivóvíz-szükségletét és szennyvíztermelését. Például: esővízgyűjtés, szürkevíz-felhasználás, alternatív feketevízkezelés.
- az energiafelhasználás különféle módjait alkalmazzák, kezdve az energiatakarékos tervezési és építési megfontolásokkal a megújuló energiaforrások alkalmazásáig. Szél-, biomassza-energia.
- az építkezés/felújítás során olyan anyagokat használnak fel, amelyek újrafelhasznált anyagtartalma kiemelkedő. Ez fontos, mivel nagy mennyiségű anyagot használnak fel, amelyből sok hulladék lesz, és így kevesebb hulladékot termelnek.
- valamilyen regionális prioritásúak, jelentőségűek.

Az újrafelhasznált anyagtartalom, valamint a regionális prioritás, jelentőség pluszpontot jelent.

Az innovatív tervezési kategóriában bónuszpontokkal jutalmazták az olyan jövőbe mutató, környezettudatos technológiák, eljárások alkalmazásáát, amelyek meghaladják az adott időpontban érvényes LEED-követelményeket.

Kritikák:

Projektek tervezése és kivitelezése, valamint az épület tényleges működése során megállapított energiafelhasználás nincs egymással összhangban. Az utóbbi rendszerint nagyobb.

Rendszeres ellenőrzést igényelne a ház, tehát nagy a munkaerő igénye építkezés során.
Kérdés: Környezetileg kifizetődőbb-e ez?

A beruházónak a rendszernek megfelelő kivitelezés 5-10 % többletköltséget jelent, azonban az anyagok felhasználása miatt az üzemeltetés költségeit jelentősen csökkenteni tudja, az épület vonzóbbá válik a felhasználók és az üzemeltetők számára, és mindezekén túl az épület környezetre gyakorolt negatív hatásai is jelentősen csökkennek.

3. JAVASOLT SZEMPONTOK A PONTRENDSZER KIALAKÍTÁSÁHOZ:

3.1. Fő szempontok:

- Erőforrás
- Energia felhasználás
- Káros anyag kibocsátás
- Környezettel való harmónia
- Hulladék
- Egyéb

3.1.1. Erőforrás:

- gépek munkafolyamat során
- gépek szállítás során
- gyárak
- nyersanyag
- humán erőforrás

3.1.2. Energia felhasználás:

- gépek munkafolyamat során
- gépek szállítás során
- gyárak
- áramigény
- talajminőségtől függő energiaigény

3.1.3. Káros anyag kibocsátás:

- talaj
- talajvíz
- levegő

3.1.4. Környezettel való harmónia:

- ember (zaj, rezgés)
- épített környezet
- élővilág, természet

3.1.5. Hulladék:

- építéskor
- lebontáskor

3.1.6. Egyéb:

- költségek
- technológia helyigénye
- időigény
- teherbírás
- funkció
- kiszolgáló telep

4. JET GROUTING TECHNOLÓGIA:

4.1. Technológiai leírás:

A jet grouting technológia a 70-es években, Japánban kifejlesztett, napjainkban már széles körben alkalmazott alapozási eljárás, ami új fejezetet nyitott a talajok mechanikai tulajdonságainak javítása terén, különösen a teherhordó talajok kezelésénél mind az új, mind a meglévő épületek alatt, a vizes talajok és alagutak mélyebb rétegeinek vízzáróvá tételénél.

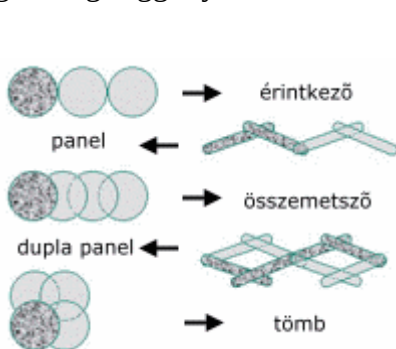
Jet grouting rendszerek

Rotary fúróval vagy ütvefúróval kellő mélységű furatot mélyítünk víz, sűrített levegő, bentonit vagy kötőanyag, mint öblítő közeg alkalmazása mellett. Az alapozási sík elérése után az öblítő nyílásokat elzárjuk és a kötőanyagot nagy nyomáson (20-60 MPa) a fúvókákon keresztül beinjektáljuk a talajba. Attól függően, hogy a talaj megbontására milyen közegeket alkalmazunk, három fő rendszert különböztetünk meg:

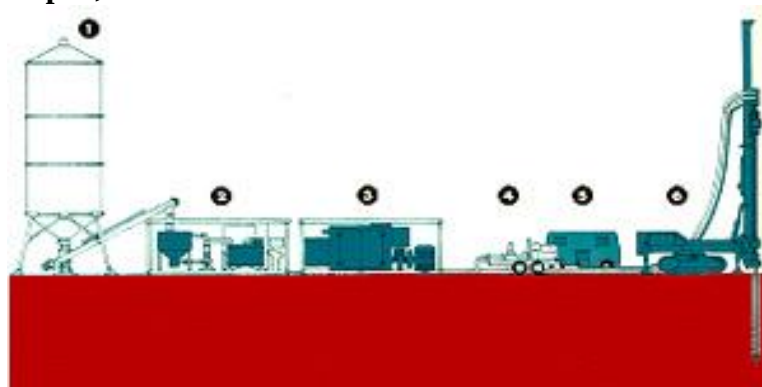
- egyfázisú (CCP) rendszer (cementhabarcs)
- kétfázisú (dupla jet, jumbo grout) rendszer (cementhabarcs + sűrített levegő)
- háromfázisú (tripla jet, CJG; Kajima) rendszer (cementhabarcs + víz + sűrített levegő)

Jet grouting elemei

A fúrószer visszahúzása közben a forgatási sebesség 10-20 rpm között változhat, a visszahúzás sebessége 20-50 cm/min. A kötőanyag nagynyomású sugara megbontja és összekeveri a talajt, és a fúrószer körül stabilizált anyagból álló forgástestet - oszlopot - létesít. Az összemetsző oszlopokból akár vízzáró falat vagy úgynevezett paplant alakíthatunk ki. A fúrószer forgatás nélküli visszahúzása esetén alakul ki az úgynevezett panel. Az összekapcsolt panelek sorozatából épülnek az elsősorban vízzárási funkcióra alkalmas jet grouting függőfalak.



Gépek, eszközök



- 1 cementsiló
- 2 automata habarcskeverő
- 3 hidraulikus szivattyú
- 4 vízszivattyú
- 5 légkompresszor
- 6 önjáró hidraulikus fúrógép

A jet grouting alap-géplánc négy egységből áll:

- az automata habarcskeverő állítja elő az injektáló anyagot víz és
- a cementsilóban tárolt cement egy meghatározott arányú adagolásával, keverésével és ideiglenes tárolásával a magasnyomású hidraulikus szivattyú speciális tömlőn keresztül 400 - 900 bar nyomással sajtolja a habarcsot az üreges fúrószárbá, amit
- az önjáró hidraulikus fúrógép juttat le a szükséges mélységbe. A dupla- és tripla jet géplánc kiegészül
- légkompresszorral, valamint vízszivattyúval.



Felhasználási terület:

A biztonságos alap megerősítésen kívül alkalmazható munkagödrök támasztására, vízzáró függönyfal építésére, talajszegezésre és horgonyzásra, gátak megerősítésére, rézsúk állékonyságának javítására, a munkatér alatti területen injektált paplan készítésére, az alagútból a felső boltozat biztosítására, úgynevezett injektált ernyő készítésére, az alagútboltozat ideiglenes vagy végleges megtámasztásának segítésére.

4.2. Erőforrás:

4.2.1. Gépek szállítás során:

A szállítás (fel-és levonulás) során használt eszközök esetében minimálisan a következőkre van szükség:

- Nyerges tehergépkocsi	1db
- Szóló tehergépkocsi	1db
- Autódaru	1db

Az alkalmazott eszközök minimális száma: 3 db

Az „A” jelű építkezéshez tartozó szállítás (fel-és levonulás) során alkalmazott eszközök a következők voltak:

- Nyerges tehergépkocsi (24to/12,2m)	4db
- Nyerges tehergépkocsi (14to/10m)	2db
- Szóló tehergépkocsi (12to):	2db
- Autódaru KATO NK300 (30to):	2db

4.2.2. Gépek munkafolyamat során:

A kivitelezéshez minimálisan szükséges gépek, eszközök, melyet a technológia megkövetel:

- fúró-injektáló gép 1db
- magasnyomású szivattyú 1db
- keverő 1db
- zagyszivattyú 1db
- vízszivattyú 1db
- cementsiló+csiga 1db
- kompresszor 1db

A kivitelezéshez szükséges gépek, eszközök minimális száma: 7db.

Az „A” jelű építkezés munkafolyamata során alkalmazott gépek, eszközök a következők voltak:

- C6 fúrógép+LT3 regisztráló műszer 1db
- SM103 fúrógép 1db
- TW351 magasnyomású szivattyú 1db
- ITM 150M keverő 1db
- AXFLOW zagyszivattyú 2db
- AXFLOW vízszivattyú 1db
- Cementsiló 30to + csiga 1db
- Kompresszor 1db
- Művezetői gépkocsi 1db

4.2.3. Gyárak:

- Cementgyár
- Betonacél gyár

A figyelembe vett gyárak száma: 2.

4.2.4. Nyersanyagok:

Cement felhasználás:

A következő táblázat tapasztalati értékeket tartalmaz:

átmérő	térfogat	cementmennyiség
0,4 m	0,13 m ³	0,09 t/fm
0,6 m	0,28 m ³	0,21 t/fm
0,8 m	0,50 m ³	0,38 t/fm
1,0 m	0,79 m ³	0,59 t/fm
1,2 m	1,13 m ³	0,85 t/fm

A 0,6m-es átmérőjű jet oszlop $(0,21/0,2826)*1000=743,10 \text{ kg/m}^3$ cementet tartalmaz.

Betonacél:

Az alábbi táblázat 1fm-nyi betonacélok súlyait tartalmazza:

Betonacél adatai	
átmérő	súly
12 mm	0,887 kg/fm
20 mm	2,470 kg/fm
22 mm	2,980 kg/fm
25 mm	3,850 kg/fm
28 mm	4,830 kg/fm
32 mm	6,310 kg/fm

A 0,6m-es átmérőjű jet oszlop $(0,887/0,2826)=3,14 \text{ kg/m}^3$ betonacélt tartalmaz.

Víz:

Az alábbi táblázat tapasztalati értékeket tartalmaz:

átmérő	vízmennyiség
0,4 m	0,13 m ³ /fm
0,6 m	0,28 m ³ /fm
0,7 m	0,38 m ³ /fm
0,8 m	0,50 m ³ /fm
1,0 m	0,79 m ³ /fm
1,2 m	1,13 m ³ /fm

A 0,6m átmérőjű jet oszlop $(0,28/0,2826)*1000=990,80 \text{ kg/m}^3$ vizet.

Adalékanyagra nincs szükség.

4.2.5. Humán erőforrás:

A kivitelezéshez minimálisan szükséges személyek száma a következő (1 géplánc esetén):

- építésvezető 1db
- gépkezelő 2db
- szerelő 1db
- segédmunkás 3db

A kivitelezéshez minimálisan szükséges személyek száma: 7fő

Az „A” jelű építkezés kivitelezése során alkalmazott személyek száma a következők voltak:

- építésvezető: 1 fő
- gépkezelő: 2 fő
- szerelő: 1 fő
- segédmunkás: 3 fő

4.3. Energia felhasználás:

4.3.1. Gépek szállítás során:

Üzemanyag fogyasztás:

Szállítás során használt gépek	Fogyasztása l/100km	Fogyasztása l/km
Nyerges 14t	60	0,6
Tehergépkocsi 12t	40	0,4
Autódaru	50	0,5

Összesítve az üzemanyag fogyasztás 1,5 l/km.

4.3.2. Gépek munkafolyamat során:

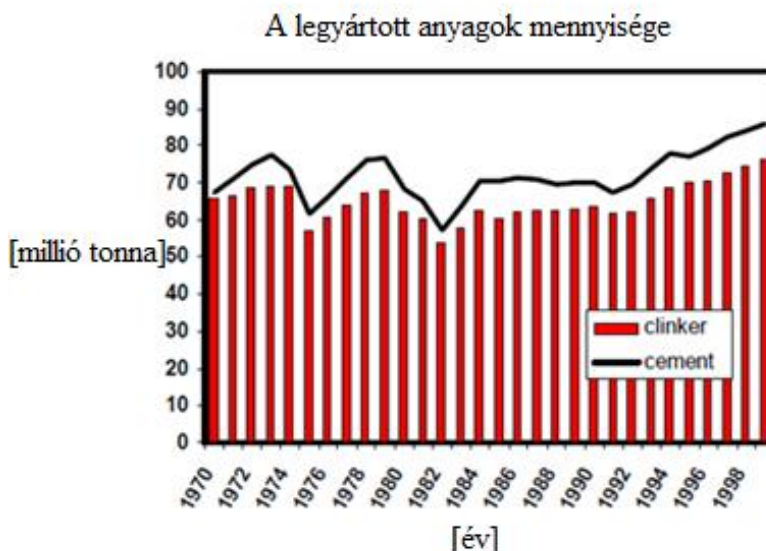
Üzemanyag fogyasztás:

Gép típusa	Fogyasztása l/h-ban
fúrógép	8,5
szivattyú	18,7

Összesítve 27,2 l/h az üzemanyag fogyasztás.

4.3.3. Gyárak:

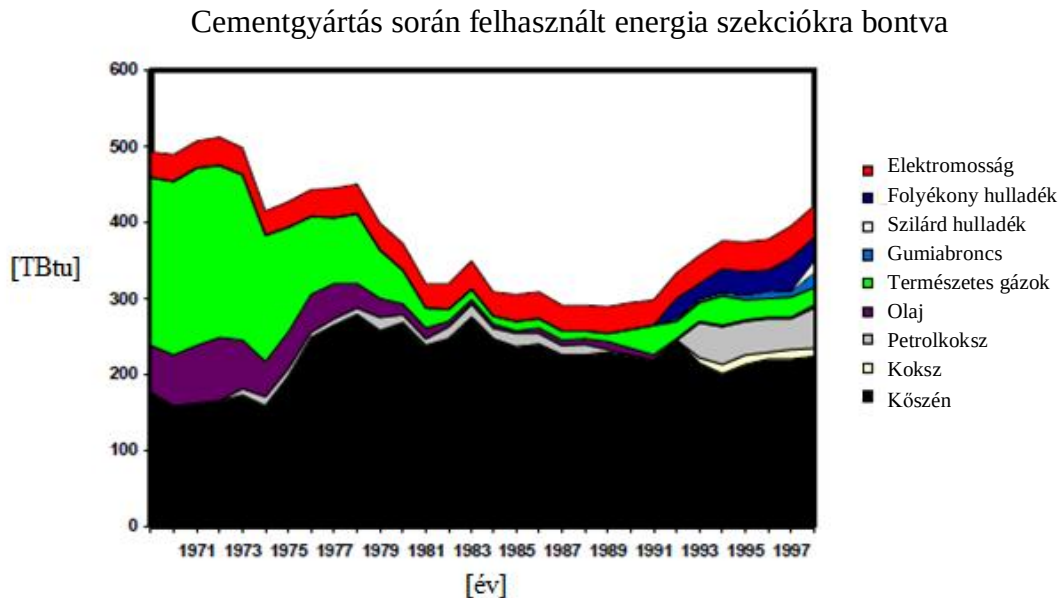
Az alábbi ábra 1970-1999-ig a legyártott cement és klinker mennyiségét mutatja, millió tonnában évente.



A diagram alapján az 1998-as értéket vesszük figyelembe (így tudjuk a következő két diagrammal összeegyeztetni). Célunk az, hogy fajlagos értéket tudjunk hozzárendelni a cementgyártáshoz, tehát a kérdés a következő: mennyi az energiafelhasználás 1 kg cement gyártása során kJ-ban?

A forrás szerint 1998-ban kb. 83 millió metrikus tonna (millió tonna) cementet gyártottak az USA-ban, ami $8,3 \cdot 10^{10}$ kg.

Az alábbi ábra a cementgyártáshoz használt energiát mutatja TBtu mértékegységben 1970-1999, évente.



Az energiafelhasználás TBtu mértékegységben kifejezett érték:

- 1 Btu = 1055,0559 J ; 1TBtu= 10^{12} Btu
- A leolvasás alapján 1998-ban 420TBtu energiafelhasználással járt a cementgyártás, ami $4,4312 \cdot 10^{14}$ kJ-nak felel meg.

1998-ban kb. $4,4312 \cdot 10^{14} / 8,3 \cdot 10^{10}$ kg=5338,7952kJ/kg volt a fajlagos energiaigény a cement előállításához.

4.3.4. Áram:

A géplánc átlagos áramfogyasztása 200 kWh. (Kivitelezési tapasztalati érték szakember véleménye alapján)

4.3.5. Talajminőségtől függő energiaigény:

Betekinthettünk egy kivitelező cég munkálatainak dokumentációiba, ez alapján a következő megállapításokat tettük:

- a jet oszlopok kivitelezését többségben kb.400 bar nyomáson végzik
- a jetelendő talaj minőségétől az alábbi paraméterek változtathatóak:
 - fúrószár felhúzási sebessége,
 - használt fúvókák darabszáma
 - alkalmazott fúvókák átmérője.

Minél „kötöttebb, keményebb” talajban dolgozunk, annál inkább növelni kell a fúvókák átmérőjét vagy darabszámát, illetve csökkenteni a felhúzási sebességet, ahhoz hogy a tervezett átmérőjű jet oszlopok kialakuljanak. „Kötöttebb, keményebb” talaj jeteléséhez több energia felhasználásra van szükség.

4.4. Káros anyag kibocsátás:

4.4.1. Levegő:

Cementgyártás:

- CO₂:

A globális klímaváltozás napjaink legnagyobb kihívása. A jelenségért az emberiség által kibocsátott üvegházhatású gázok (mint a szén-dioxid) a felelősek. A cementgyártás az egyik legnagyobb kibocsátó, az emberiség szén-dioxid kibocsátásának 4-7 %-ért felel, és ez azt jelenti, hogy a fosszilis tüzelőanyagok használata után a második legnagyobb ipari kibocsátó. A szén-dioxid az alapanyagok dekarbonizációjakor (folyamatemisszió) (mintegy 2/3 rész) és a tüzelőanyagok elégetésekor (mintegy 1/3 rész.) keletkezik. Globálisan **minden egyes tonna előállított cement 830 kg szén-dioxid kibocsátásával jár együtt.**

A társadalmi nyomás hatására egyes cementgyártók igyekeznek tevékenységüket „zöldíteni” és tevékenységüket olyan színben feltüntetni, amely klímabarátta teszi a cementgyártást. Tény, hogy lehetőség van a cementgyártás energiaigényének, a cement klinkertartalmának csökkentésére, azonban a mészkő szén-dioxid tartalmára nem tudnak megoldást, így a cementgyártás továbbra is meghatározó szén-dioxid kibocsátó marad.

- Por:

Korszerű szűrőberendezések alkalmazásával, jelentős beruházással, a hazai cementgyárak, főként a megőrölt nyersanyagokból származó, a cementtermeléshez viszonyított porkibocsátásukat az elmúlt évtizedekben mintegy 5%-ról (1965) 0,01%-ra csökkentették.

Szálló por egészségi hatásai: A kültéri levegő szálló por tartalmának hosszú távú hatásai a következők: a várható élettartam jelentős csökkenése a szív- és érrendszerei, a légzőszervi betegségek, valamint a tüdőrák miatti halálozás növekedése következtében. A halálozás növekedése mellett egyre több bizonyíték van arra is, hogy a megnövekedett szálló por koncentráció növeli a keringési és légzőszervi megbetegedések miatti kórházi betegfelvételek számát. A szálló por koncentráció

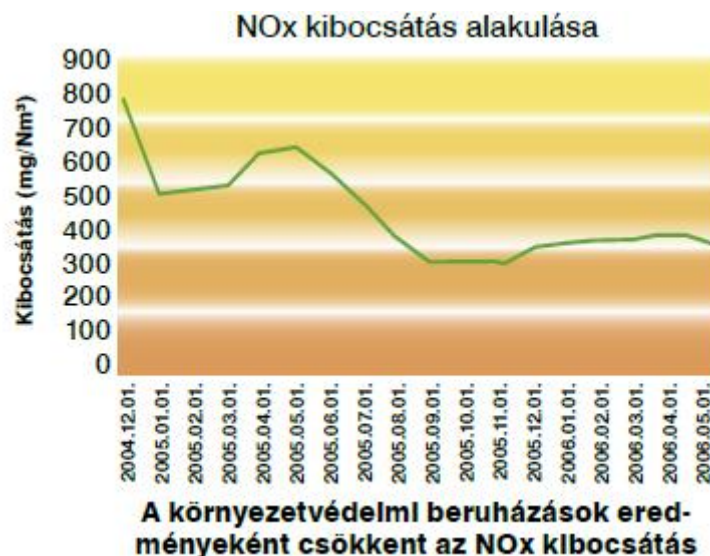
emelkedése növeli továbbá az általános halálozás, az asztma, a krónikus nem specifikus légzőszervi betegségek, a szív-érrendszeri betegségek és a nem rosszindulatú tüdőbetegségek miatti halálozást is.

- Nitrogén-oxidok:

A nitrogén-oxidok képződése a magas hőmérsékleten (2000 Celsius fok) zajló égési folyamat elkerülhetetlen következménye.

Környezeti hatások: A nitrogén-oxidok fontos szerepet játszanak az úgynevezett fotokémiai szmog kialakulásában, meghatározó szerepük van a savas ülepedés, vagy közismertebb nevén a savas esők kialakulásában, és károsítják az emberi egészséget is.

Egészségre gyakorolt hatás: A nitrogén-oxid légzőszervi megbetegedéseket okoz, a légutak nyálkahártyájának és a szem kötőhártyájának gyulladását, a vérerek kitágulását eredményezheti. 200 mg/m³ fölött roncsolja a tüdő szöveteit. A következő ábra egy cementgyárnál a környezetvédelmi beruházásoknak köszönhető nitrogén-oxidok kibocsátás csökkenését mutatják



- Kén-dioxid:

A nyers- és tüzelőanyag összetételnek és a hőcserélőben a nyersliszt ellenáramának köszönhetően a hazai cementgyárak kén-dioxid kibocsátása minimális.

Környezeti hatások: kén-dioxid vízzel érintkezve kénsavvá alakul, és a **savas „esők”** kialakulásáért felelős. Ez nagyban kihat az ökoszisztémára, és jelentős erdőpusztulást eredményezett. A tavak savasodása jelentős halpusztulásokat és több helyütt a puhatestűek szinte teljes pusztulását okozta. A lénsav szerepet játszik az épületek korrozójában, műemlékeket veszélyeztet.

Kén-dioxid egészségügyi hatása: a kén dioxid légzőszervi megbetegedéseket okozhat, mint amilyen például a hörghurut. Irritálja az orr nyálkahártyáját, a légcsövet, a tüdőt a szemet. Súlyos esetben okozhat asztma-szerű reakciót, reflexes gégegörcsöt és légzésbénulást.

- Nehézfémek, szerves vegyületek:

A füstgáz kis mennyiségben tartalmaz még nehézfémeket, HCl-t, HF-et és szerves vegyületeket. A cementipar gyakran azt állítja, hogy a nehézfém kibocsátása jelentéktelen, mert a nehézfémek beépülnek a klinkerbe és így végső soron a cementbe. Ez valóban igaz, azonban e mellett jelentős a légkörbe történő nehézfém-kibocsátás is. A higanyból mintegy 133 ezer tonnát bocsát ki évente a cementipar, és ez adja a légköri kibocsátás mintegy 6%-át. Ez az arány Európában 13%.(17,18). A higany elsősorban idegrendszeri problémákat okoz. Nem elhanyagolható továbbá a cink-, króm- és arzénkibocsátás sem.

Anyagszállítás közben:

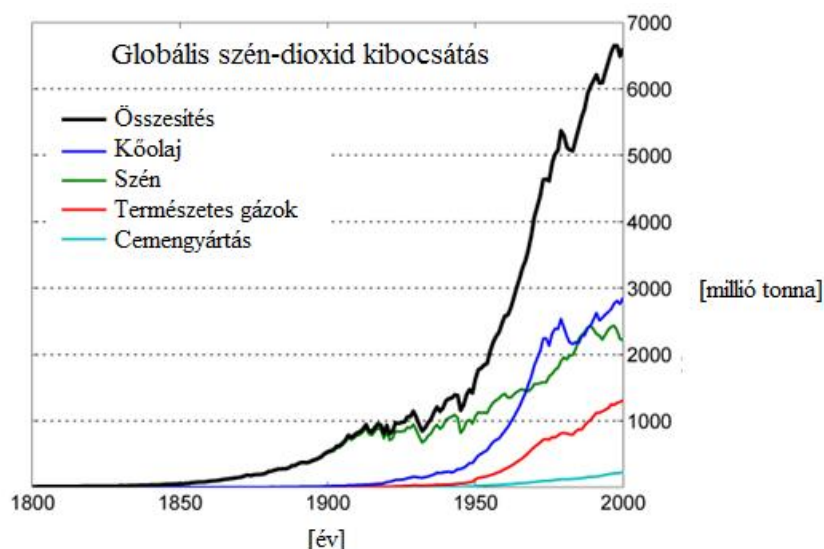
Szállítás közben a teherautók kipufogója is rengeteg légszennyezőt bocsát ki. Az alábbi táblázat a 3500 kg feletti diesel teherautókra, buszokra vonatkozó Európai standard értékeket foglalja össze.

Európai standard emissziós értékek
[g/kWh]

Év	Hivatkozás	CO	HC	NOx	PM
1992	-	17.3-32.6	2.7-3.7	-	-
1996	-	11.20	2.40	14.4	-
2000	Euro I	4.5	1.1	8.0	0.36*
2005†	Euro II	4.0	1.1	7.0	0.15
2010†	Euro III	2.1	0.66	5.0	0.10

Szállítás közben a kipufogóból a következő légszennyezők áramlanak: szén-monoxid, szén-hidrogén, nitrogén-oxid, apró szemcséjű anyagok.

A következő táblázat a globális szén-dioxid kibocsátást illusztrálja millió tonnában.



4.4.2. Talajvíz:

Kutatásaink alapján, ha a cementtej a talajvízbe kerül nem okoz környezetvédelmi károkat, káros anyag kibocsátás ill. káros kémia reakció nem zajlik le. Probléma fordítva keletkezhet, ha agresszív talajvíz éri a kész talajbetonszerkezetet.

4.4.3. Talaj:

Talajsavanyodást idézhetnek elő a kibocsátott légszennyező anyagok (kén- és nitrogén-oxidok). Így lecsökkenhet a talajok pH-ja. Az alacsony pH következtében felborulnak a talajok természetes biológiai és kémiai körfolyamatai, csökken a talajélet aktivitása, mobilizálódnak a toxikus elemek. Oldatba kerülnek, majd kimosódnak a tápanyagok.

A cement bázikus anyag (pH értéke kb 12-13). Magyarországon a talajok általában szintén bázikusak. A bázikus anyagok a talaj termőképességére nincsenek káros hatással. Nagy problémát a talajokra a savasodás jelenthet (savas esők stb.), amit meszesítéssel javítanak. Összefoglalva, a cementtej nem okoz káros anyag kibocsátást a talajban.

Ami problémát okozhat, ha elfolyik az üzemanyag valamelyik folyamat során és ez beszivárog a talajba.

Kutatásaink alapján összefoglalóan megállapítható, hogy számottevő káros anyag nem jut a talajba a technológia folyamán.

4.5. Környezettel való harmónia:

4.5.1. Ember:

4.5.1.1. Szálló por:

A cementgyártás következménye a szálló por. A szálló por koncentrációjának rövid távú emelkedése izgatja a nyálkahártyákat, köhögést és nehézlégzést válthat ki. A por a tüdőben felszívódva gyulladásos folyamatot indíthat el, aminek következtében növekszik a vér alvadékonysága, és vérrögösödés léphet fel. Növekszik az asztma és a krónikus légcsőhurut fellángolások miatti orvoshoz fordulás, illetve a szív-érrendszeri megbetegedések száma.

4.5.1.2. Zaj:

A zajterhelés lakott területen belül okozhat gondot; mivel ez a technológia általában már meglévő épület megerősítésére szolgál, figyelni kell a zajkibocsátásra. Azt is figyelembe kell venni, hogy a környező épületek között van-e zajtól védendő. Fontos tényező lehet, hogy melyik időszakban folyik az építkezés ebbe beleérte az évszakot (nyáron nyitott ablakok), illetve a napszakot is (éjszaka történő építkezés).

A 2. számú melléklet foglalja össze a KöM-EüM együttes rendelet alapján a határértékeket dB-ben. Rendelkezésünkre állt egy jegyzőkönyv az A építkezés környezeti zajterheléséről, amely szerint $L_{AM} = 62$ dB (L_{AM} a munkavállalót érő egyenértékű A-hangnyomásszint).

4.5.1.3. Rezgés:

A technológiából adódóan: kb.400 bar nyomással cementtejet préselnek a talajba az előírt felhúzási sebesség mellett. Ebből mikrofrequenciás rezgések adódhatnak. A hosszan tartó „búgás”-nak leginkább pszichikai hatásai vannak az emberekre. A számítás során 0-nak tekintjük a rezgésből adódó terhelést. A 3. számú melléklet foglalja össze az emberre ható rezgés határértékeit épületekben.

4.5.2. Épített környezet:

A cementtejjel átkevert talaj a készítést követően, egészen a szilárdulásig folyékony halmazállapotú, így különösen be kell tartani a technológia és a kiviteli tervek előírásait, mely meghatározza a készítendő jet oszlopok átmérőjét, egymáshoz képesti távolságait és készítéseik ütemeit, ezzel elkerülve a lehetséges talaj- és épületmozgásokat.

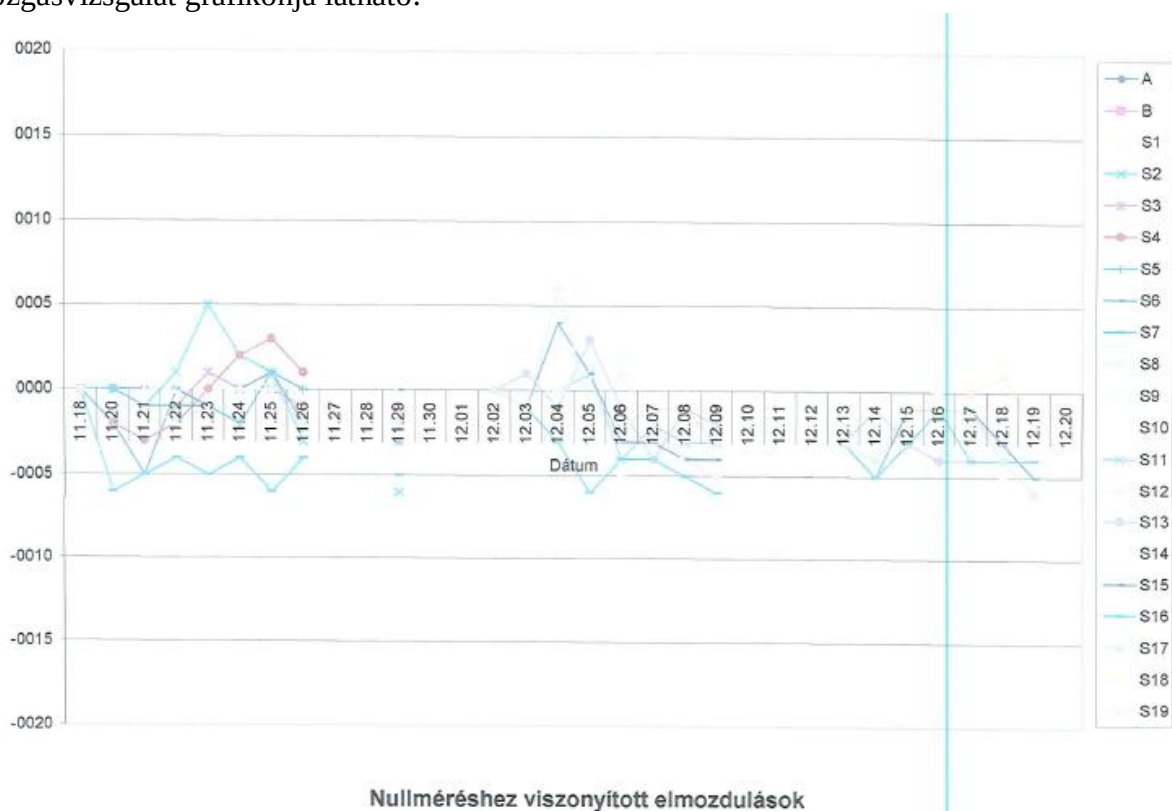
A munkák megkezdése előtt a szomszédos épületek állapotfelmérése meg kell, hogy történjen. A jet-grouting alap-megerősítés során, az érintett épületben bizonyos mozgások és feszültségek léphetnek fel, amelyek leggyakrabban hajszálrepedések formájában jelennek meg, a megerősítendő épületen.

A felszínre kerülő zagy szennyezheti a csatornákat, közműveket; illetve a talajhabarcsok bejuthatnak a szomszédos épületekbe. Mindezek gondos előkészítéssel és figyelmes munkával, a helyszín folyamatos rendben tartásával, a zagy körültekintő kezelésével elkerülhetőek, illetve a kockázat elfogadható mértékre csökkenthető.

Az alapincézett épületek esetén, a betörő injektáló anyag károkat okozhat (például a pince betonaljzatát megemelhetheti).

A technológia általában utólagos megerősítésre alkalmazott technológia. A jet oszlopok készítése során olyan talajzónákat érinthetünk, amik mélyebben vannak az eredeti alapozási síknál, az alsóbb talajrétegek megzavarása által konszolidációs folyamatok zajlódhatnak le, ami az épület süllyedésével, konszolidációjával (valószínűleg egyenlőtlen) járhat, mely hajszálrepedéseket okozhat az épületen.

Lenti ábrán az „A” jelű építkezés alap-megerősítési munkálatainál készített mozgásvizsgálat grafikonja látható:



A legnagyobb süllyedés kb 6mm.

4.5.3. Élővilág, természet:

A felszínre kikerülő zagy szennyezheti a terepet, a növényeket, esetleg az élővizeket. A kezelt talajzóna általában jellemző nagy kiterjedése természetesen ez esetben is felveti a nagymértékű változások általános problematikáját. A cement injektálása során teljesen megváltozik a talaj szerkezete, végeredményben betonszerű anyag keletkezik. Mindig mérlegelni kell e változások hosszú távú kihatásait, különösen a talajvíz természetes mozgásainak esetleg elfogadhatatlan mérvű változásait. Mindenképpen törekedni kell arra, hogy valóban csak a szükséges mértékben javítsuk meg a talajt mind kiterjedését, mind a minőségét illetően. Az az általános veszély, hogy a műszaki fejlődés lehetőséget kínál a beépítés nem kívánatos bővülésére, a jethabarcosítás esetében markánsan tetten érhető.

A felszín alatti szerkezetek lokálisan megváltoztatják a talajvízjárást, áramlást. A talajvíz útja megnövekszik, ezáltal hatással lehet a növényzetre; szomszédos épületekre. Ideiglenes vízszintemelkedés következik be, ami „rövid” időn belül kiegyenlítődik.

4.6. Hulladék:

4.6.1. Építéskor:

A jet grouting technológia folyamata során komplikált feladat a visszajövő meddő (cementhabarcs talajjal keverve) kezelése. Ezt általában elfolyatják, majd leszikkasztják. Ennek a térfogata megegyezik a cölöp térfogatával telített talajoknál. A hézagtényezőt figyelembe kell venni telítetlen talaj esetén (a meddő aránya a cölöp térfogatához képest kb. 50-100%). A visszafolyó zagy (az érintett talaj vegyvizsgálata nélkül) folyékony állapotában mindaddig veszélyes hulladéknak tekintendő, míg meg nem szilárdul, vagy vegyvizsgálattal igazolható annak ellenkezője. A meddő szilárd állapotban már építési törmelékként kezelendő.

4.6.2. Lebontáskor:

A jet cölöpök elbontása során a hulladék mennyisége nagyjából megegyezik a beépített cölöpök térfogatával. A hulladék nem számít veszélyes hulladéknak általános körülmények között.

A veszélyes hulladékokról bővebb információ a 4. számú mellékletben.

4.7. Egyéb:

4.7.1. Költségek:

A beruházási költségeket kis súllyal vettük figyelembe. Kivitelezésben dolgozó szakemberek véleménye alapján a jételés rendkívül költséges eljárás, aminek nagy részét az értékes gépek amortizációja tesz ki.

4.7.2. Technológia helyigénye:

A jet grouting technológia helyigényét a megerősítendő épület, illetve a technológia gépláncának mérete határozza meg. A jet grouting technológiánál használt fúrógép kis méretű is lehet (épületen belüli jetelés), viszont a géplánc sokelemű, lásd 4.1-es fejezetben, így nagy a helyigénye.

4.7.3. Időigény:

Az alapozási munkálatok kivitelezési ideje minél hosszabb annál nagyobb mértékű a környezetterhelés (pl. munkagépek légszennyezése). Egyéb tényező lehet, hogy az építkezés milyen évszakban illetve időszakban zajlik (pl. zajterhelés).

4.7.4. Teherbírás:

A jet oszlop teherbírása általában kisebb, mint egy azonos paraméterekkel rendelkező CFA cölöpé. Tervezési fázisban a jet oszlop végső szilárdságának meghatározásához nagyobb biztonsági tényezőt kell alkalmazni, mivel a szilárdság nagymértékben függ az érintett talaj fizikai tulajdonságaitól. Ezért a CFA cölöpözés pontosabban tervezhető technológia a jethabarcosításnál. A jet-oszlop méretezése mélyített síkalapozásként történik, úgy tekintjük hogy az oszlopok hajlítást nem vesznek fel.

4.7.5. Funkció:

Alapmegerősítésként egy pincszinttel tervezett épületeknél alkalmazzák, ahol az új épületek pincszintje mélyebb a csatlakozó épületek pincéjénél, azonban még nem olyan mélységű, hogy a víztelenítés a vízzáró alapkőzetbe befogott résfal/zárt cölöpfal építését indokolná. Ilyen esetben legtöbbször a Jet grouting aláfogás az optimális műszaki megoldás, ugyanis:

- lehetőséget ad a foghíjtelkek teljes alaprajzi méretének kihasználására, azaz a tervezett beépítés helyén helyigénye nincsen,
- kötött talajok kivételével minden talajban alkalmazható,
- a talajvíz helyzetétől függetlenül készíthető.

4.7.6. Kiszolgáló telep:

A kiszolgáló telep az építkezési helyszín része. A pontozás során a telep helyigényét vettük figyelembe.

5. FÚRT CÖLÖPÖZÉSI TECHNOLÓGIA:

5.1. Technológiai leírás:

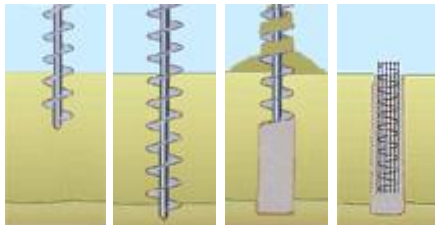
A CFA (Continuous Flight Auger) cölöp egyesíti a talajkiemelés nélküli vert cölöpözési és a fúrt cölöpözés előnyeit. A módszer egyaránt alkalmazható száraz, vagy telített, laza szemcsés, vagy kötött, és olyan nehéz talajokban is, mint puha kőzet, iszap, agyag vagy homokkő.

Környezetbarát, termelékeny, gazdaságos:
A furat a kibetonozás előtt egy másodpercre sem marad megtámasztás nélkül, ezért elmarad a furatbeomlás, illetve az abból bekövetkező teherbírás-csökkenés és süllyedés kockázata. A vibrációs és zajhatás minimális, amitől a CFA a legalkalmasabb cölöpözési módszer lakott területek közvetlen környezetében. Nem szükséges bentonit zagy a furatmegtámasztáshoz, elkerülve a talaj szennyezését. A hagyományos fúrt cölöpözéshez képest lényegesen rövidebb technológiai időszükséglete miatt termelékeny és gazdaságos.



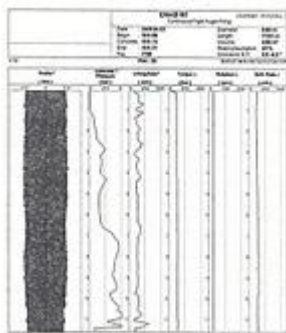
Az eljárás lényege:

A CFA cölöp fúrószerszáma a meghatározott menetemelkedésű spirálfúró, a földkiemelés és betonozás azonos ütemben történik. Az átharántolt talajdugó kiemelését a fúróspirál levelei végzik, miközben az üreges fúrószáron keresztül szivattyúzással jut a beton a furatba. Az furat állékonyságát a beton oldalnyomása folyamatosan biztosítja.



Az előregyártott betonacél armatúra a friss betonba utólag kerül egy speciális vibrátor segítségével. Az előírt betontakarást távolságtartók biztosítják.

Műszeres minősbiztosítási kontroll:

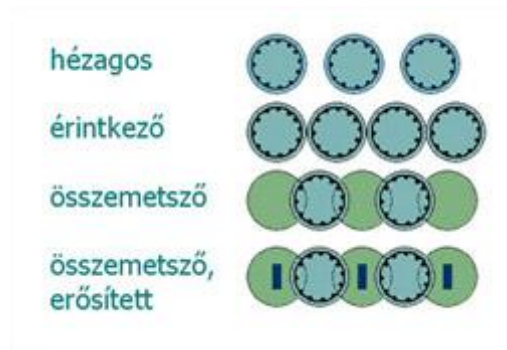


A cölöpkészítés fontosabb paramétereit (fúrási időt és sebességet, tengely függőlegességet, friss beton nyomását, beton mennyiségét...) digitális adatregisztráló műszer rögzíti. A kinyomtatott adatok a minőségi dokumentáció részét képezik.

Cölöpfal

Függőleges munkaterek ideiglenes, vagy végleges határolására, nagy terhelésű teherhordó falak alapozására alkalmazott módszer. Víz záró és kimosódást gátló funkciója szerint épülhet összemetsző, érintkező, vagy hézagos

kiosztásban.



5.2. Erőforrás:

5.2.1. Gépek szállítás során:

A szállítás (fel-és levonulás) során használt eszközök esetében minimálisan a következőkre van szükség:

- nyerges vontató
- tréler
- autódaru
- beton mixer

Az alkalmazott gépek minimális száma 4.

Az „B” jelű építkezéshez tartozó szállítás (fel-és levonulás) során alkalmazott eszközök az előbb felsoroltak.

5.2.2. Gépek munkafolyamat során:

Cölöpözési munkák egy géplánccal történnek lásd 5.7.2 fejezetben.

A „B” építkezés során alkalmazott gépek az alábbiak:

- cölöpfúrógép, SOILMEC CM 48 típusú, amely vibrátor szereléssel ellátott önjáró fúró.
- betonszivattyú
- univerzális kotrógép, homlokrakodó a terep igénye szerint
- autódaru
- aggregátor

A minimális gépek száma, fajtája, amit a technológia megkövetel:

- cölöpfúrógép
- betonszivattyú
- homlokrakodó
- autódaru
- aggregátor

Az alkalmazott gépek minimális száma 5.

5.2.3. Gyáarak:

- cementgyár
- betonacél gyár

A figyelembe vett gyáarak száma: 2

5.2.4. Nyersanyagok:

Beton:

A fúrt cölöpözés során betongyárból szállított kész betonkeveréket dolgozunk be betonpumpa segítségével. A cölöpözéshez használt betonnak megfelelő konzisztenciájúnak kell lennie. Ezt nem csak a betonpumpában való megfelelő áramlás, hanem a bedolgozás utáni betonacél behelyezése is megköveteli.

A „B” típusú építkezés alapján a szükséges nyersanyag mennyiségét a következő táblázat mutatja:

Nyersanyag	Komponensek	Recept szerinti mennyiség	Nedvesség tartalom	Korrigált recept szerinti mennyiség
		(kg/m ³)	(%)	(kg/m ³)
Adalékanyag	HO-4	785,00	4,00	818,00
	K4-8	437,00	0,90	441,00
	K8-16	523,00	0,60	526,00
Cement	CEM II/A-V 32,5 R S	400,00	0,00	400,00
Víz	Víz	200,00	0,00	160,00
Adalékszer	Glenium Sky 595	2,00	0,00	2,00

„B” építkezés esetében a beton megnevezése a következő: C30/37-XA2- XC2-16-F5
Továbbiakban a korrigált recept szerinti mennyiségekkel számoltunk.

Az alkalmazott nyersanyag mennyiség 0,6 átmérőjű cölöp esetén:

- Adalékanyag: $818+441+526 = 1785 \text{ kg/m}^3$
- Cement: 400 kg/m^3
- Ví: 160 kg/m^3
- Adalékszer: 2 kg/m^3

Betonacél:

Az armatúra elkészítése betonacél gyárban történik. A következő táblázat a „B” típusú építkezés egy darab cölöpére vonatkozik:

φ [mm]	db	hossz [m]	φ8	φ10	φ14	φ20	φ25
8	16	0,36	5,76				
10	1	122,75		122,75			
14	7	2,07			14,49		
20	7	7,95				55,65	
25	7	7,95					55,65
Összhossz [m]:			5,76	122,75	14,49	55,65	55,65
Súly/ φ [kg/m]:			0,395	0,617	1,210	2,470	3,850
Összsúly / φ [kg]:			2,28	75,74	17,53	137,46	214,25
Összsúly [kg]:			447,25				

A fajlagos betonacél mennyiség „B” típusú építkezés cölöpénél $447,25 / 2,262 = 197,72 \text{ kg/m}^3$.

5.2.5. Humán erőforrás:

A kivitelezéshez minimálisan szükséges személyek száma a következő (1 géplánc esetén):

- fúrógép kezelő,
- betonpumpa kezelő,
- betonacél bejuttatását biztosító személy

A kivitelezéshez minimálisan szükséges személyek száma: 3 fő.

Szükségünk lehet még:

- gépkezelőre (kiskotró)
- gépkezelőre (daru)
- építésvezetőre

A „B” építkezés során szükséges személyek száma:

- fúrógép kezelő
- betonpumpa kezelő
- betonacél bejuttatását biztosító személy
- homlokrakodót kezelő személy
- darukezelő

5.3. Energia felhasználás:

5.3.1. Gépek szállítás során:

Üzemanyag fogyasztás:

Szállítás során használt gépek	Fogyasztása (l/100km)	Fogyasztás (l/km)
tehergépkocsi	40	0,4
nyerges vontató	60	0,6
autódaru (QY70K-1)	45	0,45
beton mixer (IVECO)	37	0,37

A fajlagos felhasznált üzemanyag fogyasztás: $0,4+0,6+0,45+0,37=1,82$ l/km

5.3.2. Gépek munkafolyamat során:

Üzemanyag igény függ az adott géptől, valamint a távolságtól.

Gépek	l/óra
cölöpöző	23
aggregátor	9
homlokrakodó	6
autódaru	5

Összesítve $23+9+6+5=43$ l/óra az üzemanyag fogyasztása.

5.3.3. Gyáarak:

Ennél a technológiánál is a 4.3.3-as fejezetben bemutatott számítást alkalmaztuk.

5.3.4. Áram:

Általános esetben a gépek nem igényelnek áramot. Kisgépekre lehet szükség pl. a fúrószár amortizációs javításánál (hegesztés), ezen gépeknek az áramigényét jelenlegi számításunkban nem vettük figyelembe.

5.3.5. Talajminőségtől függő energiaigény:

A munkafolyamatok során a fúrószár amortizációja rendkívül nagymértékű. Egyes esetekben az átmérő 5%-kal is csökkenhet, ami a cölöp szerkezeti méreteit is befolyásolja. Minél „kötöttebb, keményebb” talajban dolgozik a fúrógép, annál nagyobb az amortizáció, illetve a gép üzemanyag igénye, vagyis az energiaigénye.

5.4. Káros anyag kibocsátás:

5.4.1. Levegő:

A levegőszennyezésben globális problémát a cementgyárak, illetve a közlekedésből adódó kipufogó gázok okoznak, a részleteket lásd 4.4-es fejezetben.

5.4.2. Talajvíz:

Talajvízre sincs káros hatása a betonnak, viszont agresszív talajvíz esetén szulfátálló betont kell tervezni.

5.4.3. Talaj:

A talaj közvetlenül a betonnal érintkezik a cölöpözés közben. Talajra káros hatása a betonnak nincsen. Talajszennyezés abban az esetben lehetséges, ha olajcsöpögés, üzemanyag elfolyás történik.

5.5. Környezettel való harmónia:

5.5.1. Ember:

5.5.1.1. Szálló por:

A szálló por a cementgyártás következménye. Ennek hatásait az emberi szervezetre lásd a 4.5.1.1-es fejezetben.

5.5.1.2. Zaj:

A zajszint értéke mind a környezet, mind a munkát végző személyek számára fontos. Zajos gépeknél való tartózkodás során a dolgozók egyéni védőeszközt, fülteket használnak, amelynek csillapítása 27 dB. A zajszint mérésének vizsgálatát akkreditált vizsgáló laboratóriumban készítik. A „B” típusú építkezés során zajterhelési vizsgálatokat végeztek, amely szerint az $L_{AM} = 56$ dB.

A 2. számú melléklet foglalja össze a KöM-EüM együttes rendelet alapján a határértékeket dB-ben.

5.5.1.3. Rezgés:

Rezgés a beton bedolgozása közbeni vibráció során keletkezhet. Ebből keletkező hatás elenyésző a tágabb környezetre nézve.

5.5.2. Épített környezet:

Az építéstechnológia általános körülmények között nincs számottevő hatással az épített környezetre.

5.5.3. Élővilág, természet:

Mélyépítési munkálatok eredményezhetik:

- a talajvíz áramlásának megváltozását
- a talajvízszint emelkedését.

Ez a szerkezeti kialakítás a természetes talajvíz-áramlási viszonyokat minimálisan változtatja meg (a cölöpök a talajvízhez képest pontoknak tekinthetők). Arra figyelni kell a tervezés során, hogy ha a cölöp talajvízben áll, akkor ennek megfelelő beton receptúrát kell készíteni.

A pontozásnál azt vettük figyelembe, hogy az építkezés zavarhatja-e a környező zöld területet, állatvilágot.

5.6. Hulladék:

5.6.1. Építéskor:

A fúrt cölöpözés építéskor keletkezett hulladéknak tekintjük:

- a kifejtett talajt,
- a cölöp felső végének visszavéséséből adódó beton mennyiségét: ez kb. a cölöp felső 30 cm-e, ami szennyezett betonnak tekinthető.

A kifejtett talajt bevizsgálják, és az eredménynek megfelelően veszélyes, vagy kommunális hulladéklerakóba szállítják.

A „B” munka esetében ezek az értékek egy cölöpre:

- kifejtett talaj mennyisége: $0,3 \cdot 0,3 \cdot \pi \cdot 8 = 2,262 \text{ m}^3$
- cölöpök felső részének véséséből adódó betonmennyiség: $0,3 \cdot 0,3 \cdot \pi \cdot 0,3 = 0,085 \text{ m}^3$

Építéskor $2,262 + 0,085$, azaz $2,347 \text{ m}^3$ hulladék keletkezik.

A fajlagos hulladék 1 m^3 cölöpre: $2,347 / 2,262 = 1,038 \text{ m}^3/\text{m}^3$

5.6.2. Lebontáskor:

A lebontáskor a teljes beton mennyisége hulladékként kezelendő. A mennyiség ekkor a cölöp térfogata $2,262 \text{ m}^3 \pm 5\text{-}10\%$.

Ez az 5-10% adódhat:

- emberi pontatlanságokból
- a talaj minőségi különbségeiből.

5.7. Egyéb:

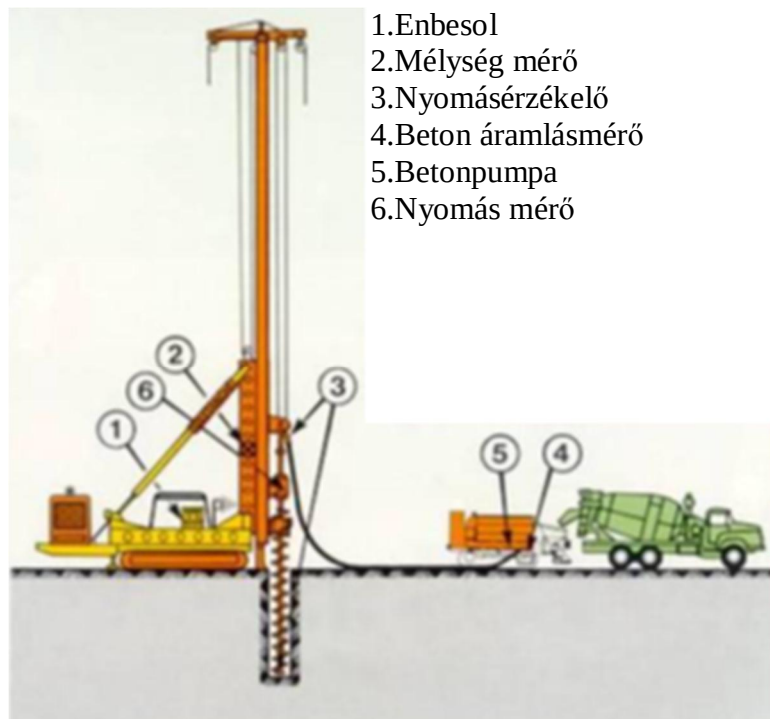
5.7.1. Költségek:

Az eljárás kevésbé költséges, mint a jet grouting. Annak ellenére, hogy a cölöp betonminősége jobb, szerkezete homogénebb.

5.7.2. Technológia helyigénye:

A gépek helyigénye nagy: udvarban, erkély alatt nem férnek el. A módszer alkalmazási lehetőségei ezáltal korlátozottak.

A gépláncot a következő oldali ábra szemlélteti:



Az ábra szemlélteti a cölöpfúró kiemelkedő magassági helyigényét.

5.7.3. Időigény:

A munkafolyamat teljes időtartamát a felvonulástól a levonulásig értjük. Ehhez képest egy cölöp elkészítése (fúrás, kibetonozás) kevés időt vesz igénybe. Az eljárás általános körülmények közt kétszer, háromszor gyorsabb, mint a jet grouting eljárás.

5.7.4. Teherbírás:

A fúrt cölöpozás esetén nagyobb teherbírás érhető el, mint a jet grouting eljárás során. A különbséget az adja, hogy fúrt technológiánál egy pontos receptúra alapján készített betonról van szó, míg a jet groutingnál talajbetonról, amely sokkal bizonytalanabb. Vasalás tekintetében:

- a jet oszlopban nincs, vagy egy szál betonacél fut középen,
- amíg a fúrt cölöp teherbíró vasalással készül.

5.7.5. Funkció:

A CFA cölöp gazdaságosan alkalmazható alapozó és munkatérhatároló szerkezetként egyaránt.

- Alapozó szerkezetként - figyelembe véve a technológia gyorsaságát (termelékenységet) - megoldás lehet kedvezőtlen altalaj-viszonyok esetén (mélyen fekvő teherbíró talajrétegek, laza fedőréteg, magas talajvízszint), illetve – akár kedvező altalajviszonyok esetén is - a süllyedéskülönbségek, valamint a globális süllyedések mérséklésére.
- Munkatérhatároló szerkezetként gazdaságosan alkalmazható hézagos kialakítással kedvező talajkörnyezetben, ahol a mindenkori talajvízszint nem haladja meg a kiemelési szintet.

5.7.6. Kiszolgáló telep:

A helyszínen dolgozó embereket kiszolgáló helyiség általában konténerekből áll. A konténernek tartalmaznia kell az irodát, öltözőt, raktárt, műhelyt, mobil WC-t.

6. PONTRENDSZER:

6.1. Konceptió:

A pontrendszer kialakításánál arra törekedtünk, hogy különböző alapozási módszerekre alkalmazható legyen. Alapvetően fajlagos mennyiségekkel dolgoztunk, ami azt tette lehetővé, hogy két módszert hasonlítsunk össze és nem két konkrét építkezést. Ezért kiegészítésként leírtuk, hogy hogyan lehetne átültetni ezt a számítást konkrét építkezésre. (K-val jelöltük ezeket a részeket). Illetve ebben a részben olvasható az is, hogy a jövőben hogyan lehetne pontosítani, szélesebb körre kiterjeszteni a számítást (P-vel jelöltük, azt a problémakört, amit a számítás még nem vesz figyelembe).

Először a javasolt szempontok kialakítására került sor, amelyek véglegesítése után arra a következtetésre jutottunk, hogy nem azonos súllyal kéne figyelembe venni az egyes tényezőket. Majd újabb gondolat merült fel bennünk, miszerint több személy bevonása esetén szélesebb körű eredményt kaphatnánk. Ezért statisztikai felmérést végeztünk, amely részleteit, eredményeit az 5. számú mellékletekben olvashatják. Próbáltunk különbözőbb területen jártas embereket megkérdezni. (Tanárokat, diákokat, szakmában dolgozókat, laikusokat, közgazdászokat). Az útmutatásunk szerint, az volt a feladatuk, hogy a súlyozást százalékokkal fejezzék ki. Az összesített eredményt a 6. számú melléklet tartalmazza. A 6 fő szempont között 100%-ot kellett szétosztani (q_i). Az egyén által környezetvédelmileg fontosabbnak tartott csoport kapott nagyobb százalékokat. A statisztika könnyebb kezelése érdekében arra kértük őket, hogy a főszempontokon belüli részekre is összesítve 100%-ot adjanak (p_i). Ezen elv alapján alkottuk mi is a súlyozásunkat.

MENNYIRE ZÖLD EGY ALAPOZÁS?

Az általunk megadott százalékos értékek, maximális pontok:

Fő szempontok:	Súly (%)		Maximális pontszám (Mp)
Erőforrás	10	q _i	100
Energia felhasználás	20		200
Káros anyag kibocsátás	20		200
Környezettel való harmónia	20		200
Hulladék	20		200
Egyéb	10		100
Erőforrás			
gépek munkafolyamat során	25	p _i	25
gépek szállítás során	25		25
gyárak	15		15
nyersanyag	30		30
humán erőforrás	5		5
Energia felhasználás			
gépek munkafolyamat során	20	p _i	40
gépek szállítás során	20		40
gyárak	20		40
áramigény	20		40
talajminőségtől függő energiaigény	20		40
Káros anyag kibocsátás			
talaj	30	p _i	60
talajvíz	30		60
levegő	40		80
Környezettel való harmónia			
ember (zaj, rezgés)	25	p _i	50
épített környezet	25		50
élővilág, természet	50		100
Hulladék			
építéskor	50	p _i	100
lebontáskor	50		100
Egyéb			
költségek	15	p _i	15
technológia helyigénye	15		15
időigény	15		15
teherbírás	15		15
funkció	20		20
kiszolgáló telep	20		20

6.1.1. Maximális pontérték (Mp):

Maximális pontérték (Mp) számítása:

$$M_p = 1000 \cdot q_i \cdot p_i$$

1000-et választottunk alapértéknek a tizedes törtek elkerülése érdekében. Az értékelésnél az alacsony pontszám jelenti az inkább környezetbarát technológiát.

Általánosan jellemző, hogy standard jellemzőknek a két technológia során kapott értékek átlagát vettük. Az Mp értéktől nagyobb szám is kijöhet két esetben:

- ha a standard értékhez viszonyított érték, nagyobb annál
- speciális esetekben szorzókat alkalmaztunk, ami lehet nagyobb, mint 1,00.

Megjegyzés: Standard jellemzőknek célszerűbb lenne, ha az összes előforduló alapozási technológia során kapott értékek átlagát vennénk, statisztikai eredmények alapján.

6.2. Erőforrás:

6.2.1. Gépek munkafolyamat során:

$$Er1 := \frac{A}{(J_{Er1} + F_{Er1})^{0.5}} \cdot Mp_{Er1}$$

- A: munkafolyamat során használt gépek száma
- J_{Er1} : jet-grouting munkafolyamata során használt gépek száma
- F_{Er1} : fúrt cölöpözés munkafolyamata során használt gépek száma
- $Mp_{Er1} = 25$
- Er1: Összesített pontszám

K: A képlet megfelelő konkrét építkezésre is.

P: Későbbiekben figyelembe kéne venni a gépek méretét és típusát.

6.2.2. Gépek szállítás során:

$$Er2 := \frac{B}{(J_{Er2} + F_{Er2})^{0.5}} \cdot Mp_{Er2}$$

- B: szállítás során használt gépek száma
- J_{Er2} : jet-grouting során használt szállítógépek száma
- F_{Er2} : fúrt cölöpözés során használt szállítógépek száma
- $Mp_{Er2} = 25$
- Er2: Összesített pontszám

K: A képlet megfelelő konkrét építkezésre is.

P: Későbbiekben figyelembe kéne venni a gépek méretét és típusát.

6.2.3. Gyárok:

$$Er3 := \frac{C}{(J_{Er3} + F_{Er3}) \cdot 0.5} \cdot Mp_{Er3}$$

- C: gyárok száma
- J_{Er3} : jet-grouting során igénybevett gyárok száma
- F_{Er3} : fúrt cölöpözés során igénybevett gyárok száma
- $Mp_{Er3} = 15$
- $Er3$: Összesített pontszám

K: A képlet megfelelő konkrét építkezésre is.

P: Későbbiekben figyelembe kéne venni a gyárok típusát, méretét.

6.2.4. Nyersanyagok:

$$Er4 := E_{r4a} + E_{r4b} + E_{r4c} + E_{r4v}$$

$$E_{r4a} := \frac{D}{(J_{Er4a} + F_{Er4a}) \cdot 0.5} \cdot 0.25 \cdot Mp_{Er4}$$

$$E_{r4b} := \frac{E}{(J_{Er4b} + F_{Er4b}) \cdot 0.5} \cdot 0.25 \cdot Mp_{Er4}$$

$$E_{r4c} := \frac{F}{(J_{Er4c} + F_{Er4c}) \cdot 0.5} \cdot 0.25 \cdot Mp_{Er4}$$

$$E_{r4v} := \frac{G}{(J_{Er4v} + F_{Er4v}) \cdot 0.5} \cdot 0.25 \cdot Mp_{Er4}$$

- D: fajlagos alkalmazott adalékanyag kg/m^3 -ben
- E: fajlagos alkalmazott betonacél kg/m^3 -ben
- F: fajlagos alkalmazott cement kg/m^3 -ben
- G: fajlagos alkalmazott víz kg/m^3 -ben
- J_{Er4a} : jet-grouting során fajlagos alkalmazott adalékanyag kg/m^3 -ben
- J_{Er4b} : jet-grouting során fajlagos alkalmazott betonacél kg/m^3 -ben
- J_{Er4c} : jet-grouting során fajlagos alkalmazott cement kg/m^3 -ben
- J_{Er4v} : jet-grouting során fajlagos alkalmazott víz kg/m^3 -ben
- F_{Er4a} : fúrt cölöpözés során fajlagos alkalmazott adalékanyag kg/m^3 -ben
- F_{Er4b} : fúrt cölöpözés során fajlagos alkalmazott betonacél kg/m^3 -ben
- F_{Er4c} : fúrt cölöpözés során fajlagos alkalmazott cement kg/m^3 -ben
- F_{Er4v} : fúrt cölöpözés során fajlagos alkalmazott víz kg/m^3 -ben
- $Mp_{Er4} = 30$
- $Er4_a$: összesített pontszám adalékanyagból adódó része
- $Er4_b$: összesített pontszám betonacélból adódó része
- $Er4_c$: összesített pontszám cementből adódó része
- $Er4_v$: összesített pontszám vízből adódó része
- $Er4$: Összesített pontszám

K: Konkrét építkezés esetén egy szorzótényezőt kéne alkalmazni, amely számításba veszi a cölöpök összetérfogatát.

P: Figyelembe kéne venni a nyersanyagok súlyozását. Tehát változtatni lehetne a 0,25-ös szorzón, illetve megjelenhet egyéb nyersanyag is. Az adalékszer mértékét nem vettük figyelembe, mert elenyésző mennyiségről van szó.

6.2.5. Humán erőforrás:

$$Er5 := \frac{H}{(J_{Er5} + F_{Er5}) \cdot 0.5} \cdot Mp_{Er5}$$

- H: a munkafolyamat során dolgozók száma
- J_{Er5} : jet-grouting munkafolyamata során dolgozók száma
- F_{Er5} : fúrt cölöpözés munkafolyamata során dolgozók száma
- $Mp_{Er5} = 5$
- Er5: Összesített pontszám

K: A képlet megfelelő konkrét építkezésre is.

6.3. Energia felhasználás:

6.3.1. Gépek munkafolyamat során:

$$En1 := \frac{P}{(J_{En1ü} + F_{En1ü}) \cdot 0.5} \cdot Mp_{En1}$$

- P: technológia során felhasznált fajlagos üzemanyag fogyasztás l/óra-ban
- $J_{En1ü}$: jet-grouting munkafolyamata során felhasznált fajlagos üzemanyag fogyasztás l/óra-ban
- $F_{En1ü}$: fúrt cölöpözés munkafolyamata során felhasznált fajlagos üzemanyag fogyasztás l/óra-ban
- $Mp_{En1} = 40$
- En1: összesített pontszám

K: Konkrét építkezés esetén egy szorzótényezőt kéne alkalmazni, amely számításba veszi a gépek működési óráinak számát.

6.3.2. Gépek szállítás során:

$$En2 := \frac{Q}{(J_{En2ü} + F_{En2ü}) \cdot 0.5} \cdot Mp_{En2}$$

- Q: gépek, nyersanyagok szállítása során fajlagos üzemanyag fogyasztás l/km-ben
 $J_{En2ü}$: jet-grouting gépek, nyersanyagok szállítása során fajlagos üzemanyag fogyasztás l/km-ben
- $F_{En2ü}$: fúrt cölöpözés gépek, nyersanyagok szállítása során fajlagos üzemanyag fogyasztás l/km-ben
- $Mp_{En2} = 40$
- $En2$: összesített pontszám

K: Konkrét építkezés esetén egy szorzótényezőt kéne alkalmazni, amely számításba veszi a szállítási távolságot.

6.3.3. Gyáarak:

$$En3 := \frac{R}{(J_{En3c} + F_{En3c})^{0.5}} \cdot Mp_{En3}$$

- R: fajlagos energiaigény $1m^3$ cölöpre lebontva kJ/ m^3 -ben
- J_{En3c} : jet-grouting munkafolyamata során fajlagos energiaigény $1m^3$ cölöpre lebontva kJ/ m^3 -ben
- F_{En3c} : fúrt cölöpözés munkafolyamata során fajlagos energiaigény $1m^3$ cölöpre lebontva kJ/ m^3 -ben
- $Mp_{En3c} = 40$
- $En3$: összesített pontszám

K: Konkrét építkezés esetén egy szorzótényezőt kéne alkalmazni, amely számításba veszi a cölöpök összterfogatát.

P: Más gyáarak figyelembe vétele.

6.3.4. Áram:

$$En4 := \frac{S}{(J_{En4á} + F_{En4á})^{0.5}} \cdot Mp_{En4}$$

- S: a géplánc átlagos áramfogyasztása kWh-ban
- $J_{En4á}$: jet-grouting munkafolyamata során a géplánc átlagos áramfogyasztása kWh-ban
- $F_{En4á}$: fúrt cölöpözés munkafolyamata során a géplánc átlagos áramfogyasztása kWh-ban
- $Mp_{En4á} = 40$
- $En4$: összesített pontszám

K: Konkrét építkezés esetén egy szorzótényezőt kéne alkalmazni, amely számításba veszi a cölöpök összterfogatát. Illetve egy szorzótényezőt, amely számításba veszi az építkezés idejét.

P: Egyéb eszközöket, amik áramot használnak figyelembe venni. (pl: villany, fűrógép, hegesztő)

6.3.5. Talajminőségtől függő energiaigény:

Talajmechanikai szakvélemény alapján a talaj besorolása talajellenállás szempontjából:

Talajmechanikai szakvélemény alapján	En5
kevésbé ellenálló talaj	$1/3 \cdot M_{p_{En5}}$
ellenálló talaj	$2/3 \cdot M_{p_{En5}}$
rendkívül ellenálló talaj	$3/3 \cdot M_{p_{En5}}$

- $M_{p_{En5}} = 40$

K: A képlet megfelelő konkrét építkezésre is.

P: Több kategóriát lehet figyelembe venni statisztika alapján.

6.4. Káros anyag kibocsátás:

Eddigi tanulmányozásunk során arra következtetésre jutottunk, hogy az általunk vizsgált két technológia nem környezetterhelő sem a talajszennyezés, sem a talajvízszennyezés témakörben. Ezáltal az eddig bevált számítási módszer nem alkalmazható, mivel a standard érték nulla. De javaslatunk van a probléma megoldására:

6.4.1. Talajszennyezők:

$$K_{a1} := \sum \left(\frac{I_i}{M\acute{E}_{ti}} \right) \cdot \frac{60}{n}$$

- I : szennyező anyag mennyisége mg/kg-ban
- $M\acute{E}_t$ = megengedett érték mg/kg-ban
- $M_{p_{Ka1}} = 60$
- K_{a1} : összesített pontszám
- n : vizsgált tényezők száma

K: A képlet megfelelő konkrét építkezésre is.

P: Figyelembe lehetne venni egy valószínűségi szorzótényezővel, hogy elfolyhat az üzemanyag.

6.4.2. Talajvíz:

$$K_{a2} := \sum \left(\frac{J_i}{M\acute{E}_{vi}} \right) \cdot \frac{60}{n}$$

- J : szennyező anyag mennyisége mg/ml-ben
- $M\acute{E}_v$ = megengedett érték mg/ml-ben
- $M_{p_{Ka2}} = 60$
- K_{a2} : összesített pontszám
- n : vizsgált tényezők száma

K: A képlet megfelelő konkrét építkezésre is.

P: Figyelembe lehetne venni, hogy olaj is szennyezheti a talajvizet.

6.4.3. Levegő:

6.4.3.1. Cementgyár:

$$Ka4 := Ka4_t + Ka4_u + Ka4_v$$

$$Ka4_t := \frac{T}{(J_{Ka4t} + F_{Ka4t}) \cdot 0.5} \cdot \frac{1}{3} \cdot Mp_{Ka4}$$

$$Ka4_u := \frac{U}{(J_{Ka4u} + F_{Ka4u}) \cdot 0.5} \cdot \frac{1}{3} \cdot s \cdot Mp_{Ka4}$$

$$Ka4_v := \frac{V}{(J_{Ka4v} + F_{Ka4v}) \cdot 0.5} \cdot \frac{1}{3} \cdot Mp_{Ka4}$$

Nem a kibocsátott káros anyagok mennyiségét vettük figyelembe, hanem abból az adatból indultunk ki, hogy az 1kg cement gyártása során kibocsátott káros anyagok mértéke ismert, tehát a légszennyező anyagok mennyisége attól függ, hogy mennyi a cement mennyisége.

- T: cement fajlagos mennyisége 1m³ cölöpre kg/m³-ben

Szállítás:

- U: gépek, nyersanyagok szállítása során fajlagos üzemanyag fogyasztás l/km-ben

Technológiai folyamat:

- V: technológia során felhasznált fajlagos üzemanyag fogyasztás l/óra-ban
- J_{Ka4t}: jet-grouting munkafolyamat során alkalmazott cement fajlagos mennyisége 1m³ cölöpre kg/m³-ben
- J_{Ka4u}: jet-grouting gépek, nyersanyagok szállítása során fajlagos üzemanyag fogyasztás l/km-ben
- J_{Ka4v}: jet-grouting technológia során felhasznált fajlagos üzemanyag fogyasztás l/óra-ban
- F_{Ka4t}: fúrt cölöpözés munkafolyamat során alkalmazott cement fajlagos mennyisége 1m³ cölöpre kg/m³-ben
- F_{Ka4u}: fúrt cölöpözés gépek, nyersanyagok szállítása során fajlagos üzemanyag fogyasztás l/km-ben
- F_{Ka4v}: fúrt cölöpözés technológia során felhasznált fajlagos üzemanyag fogyasztás l/óra-ban
- Mp_{Ka4} = 80
- Ka_{4t}: összesített pontszám cementgyártásból adódó része
- Ka_{4u}: összesített pontszám szállításból adódó része
- Ka_{4v}: összesített pontszám technológia folyamatból adódó része
- Ka₄: Összesített pontszám
- s: olyan szorzótényező, amely figyelembe veszi a szállítási távolságot

MENNYIRE ZÖLD EGY ALAPOZÁS?

s értéke:

Szállítási távolság (km)	s értéke
0-50	1,1
51-100	1,2
101-150	1,3
151-200	1,4
201-250	1,5
251-300	1,6
301 fölött	1,7

K: Konkrét építkezés esetén egy szorzótényezőt kéne alkalmazni, amely számításba veszi az üzemórák számát.

P: További kutatások alapján egyéb szennyező anyagok kibocsátásáért felelős munkafolyamatokat is számításba lehetne venni, pontosítani az s szorzó értéket. Amennyiben benzines gép is dolgozik, akkor a fajlagos mennyiségünket meg kell szorozni 2,3/2,63-mal (a fajlagos kibocsátott CO₂ arányok miatt)

6.5. Környezettel való harmónia:

6.5.1. Ember:

6.5.1.1.Zaj:

$$Kh1 := \left(\frac{N}{MÉ_{kh1N}} \cdot 0.5 + \frac{O}{MÉ_{kh1O}} \cdot 0.5 \right) \cdot 0.5 M_{pKh1}$$

- N: nappal (6-22 óra) vizsgált zajszint dB-ben
- O: éjjel (22-6 óra) vizsgált zajszint dB-ben
- MÉ_{kh1N}= megengedett zajszint dB-ben nappal
- MÉ_{kh1O}= megengedett zajszint dB-ben éjjel
- Kh1: összesített pontszám
- M_{pKh1}= 50

A zajterhelés határértékeit lásd az 2. számú mellékletben.

K: A képlet megfelelő konkrét építkezésre is.

6.5.1.2.Rezgés:

A KöM-EüM együttes rendelet alapján 3 rezgésterhelési értéket kell megvizsgálni. A rezgésterhelés határértékei változnak annak függvényében, hogy hol történik az építkezés.

2-es kategória esetén: (amelyet a 3. számú melléklet tartalmaz)

$$Kh1b := \left(\frac{A_M}{MÉ_{AM} \cdot 6} + \frac{A_{Mé}}{MÉ_{AMé} \cdot 6} + \frac{A_0}{MÉ_{A0} \cdot 6} + \frac{A_{0é}}{MÉ_{A0é} \cdot 6} + \frac{A_{max}}{MÉ_{Amax} \cdot 6} + \frac{A_{maxé}}{MÉ_{Amaxé} \cdot 6} \right) \cdot \frac{1}{2} \cdot M_{pKh1b}$$

Egyéb kategória esetén:

$$Kh1b := \left(\frac{A_M}{ME_{AM}^3} + \frac{A_0}{ME_{A0}^3} + \frac{A_{max}}{ME_{Amax}^3} \right) \cdot \frac{1}{2} \cdot Mp_{kh1b}$$

- A_M, A_0, A_{max} ; mért értékek dB-ben
- $ME_{AM}, ME_{A0}, ME_{Amax}$: megengedett érték dB-ben

2-es sorszámú kategória esetén a nappali (6-22óra) illetve az éjjeli (22-6 óra) időszakot külön meg kell figyelni

- $A_{Mé}, A_{0é}, A_{maxé}$; mért értékek dB-ben éjjel
- $ME_{AMé}, ME_{A0é}, ME_{Amaxé}$: megengedett érték dB-ben
- $Kh1b$: összesített pontszám
- $Mp_{Kh1b} = 50$

A rezgés határértékeit lásd a 3. számú mellékletben.

K: A képlet megfelelő konkrét építkezésre is.

6.5.2. Épített környezet:

Tegyük fel a kérdést: A szomszédos épületekre, "saját épületre" hatással van-e a munkafolyamat? Egyáltalán, van-e környező épület?

1. Ha nem, vagy nincs, akkor $Kh2 = 0$
 2. Ha igen, akkor $Kh2 = 0,5 \cdot Mp_{kh2}$
A maradék $0,5 \cdot Mp_{kh2}$ -t szétosztjuk:
 $0,20 \cdot Mp_{kh2}$, ha kialakultak repedések
 $0,15 \cdot Mp_{kh2}$, ha van épületsüllyedés
 $0,05 \cdot Mp_{kh2}$, ha pincekárók észlelhetők
 $0,1 \cdot Mp_{kh2}$, ha a talajvízszint emelkedés épületkárokat okoz.
- $Mp_{kh2} = 50$

K: A képlet megfelelő konkrét építkezésre is.

P: Egyéb károkat is figyelembe lehetne venni. Repedéseknél, repedéstágasságot; épületsüllyedésnél, süllyedésértékeket; pincekárnál, a kár mértékét; talajvízszint emelkedésnél, az épület kár értékét. Illetve ezek súlyozását statisztika alapján lehetne változtatni.

6.5.3. Élővilág, természet:

$$Kh3 := Kh3_a + Kh3_t + Kh3_e$$

- $Mp_{kh3} = 100$

6.5.3.1.Állatvilág:

Van-e az építkezés környezetében olyan zöld terület, amelynek dús állatvilága van?

1. Ha van, akkor $Kh3_a = 0,4 \cdot Mp_{kh3}$

6.5.3.2.Talajvíz áramlás megváltozása:

Hidrogeológiai szakvélemény alapján:

1. Ha csekély változás van, akkor $Kh3_t = 0,1 \cdot Mp_{kh3}$
2. Ha számottevő változás van, akkor $Kh3_t = 0,2 \cdot Mp_{kh3}$
3. Ha súlyos változás van, akkor $Kh3_t = 0,3 \cdot Mp_{kh3}$

6.5.3.3.Talajvízszint emelkedése:

Hidrogeológiai szakvélemény alapján:

1. Ha csekély változás van, akkor $Kh3_e = 0,1 \cdot Mp_{kh3}$
2. Ha számottevő változás van, akkor $Kh3_e = 0,2 \cdot Mp_{kh3}$
3. Ha súlyos változás van, akkor $Kh3_e = 0,3 \cdot Mp_{kh3}$

K: A képlet megfelelő konkrét építkezésre is.

P: Lehetne határértékeket rendelni az egyes kategóriákhoz. Illetve a súlyozást statisztika alapján lehetne figyelembe venni.

6.6. Hulladék:

6.6.1. Építéskor:

$$Hu1 := \frac{K \cdot k + L \cdot l + M}{(J_{Hu1} + F_{Hu1})^{0.5}} \cdot Mp_{Hu1}$$

- K: fajlagos veszélyes hulladék mennyisége $1m^3$ cölöpre lebontva
- L: fajlagos újrahasznosítható hulladék mennyisége $1m^3$ cölöpre lebontva
- M: fajlagos egyéb hulladék mennyisége $1m^3$ cölöpre lebontva
- J_{Hu1} : jet-grouting munkafolyamata során keletkezett fajlagos hulladék mennyisége $1m^3$ cölöpre lebontva
- F_{Hu1} : fúrt cölöpözés munkafolyamata során keletkezett fajlagos hulladék mennyisége $1m^3$ cölöpre lebontva
- $Mp_{Hu1} = 100$
- Hu1: összesített pontszám
- k: a veszélyes hulladék szorzótényezőt jelenti
- l: az újrahasznosított hulladék szorzótényezőjét jelenti; amely 0,7

MENNYIRE ZÖLD EGY ALAPOZÁS?

A k értéke változhat annak függvényében, hogy milyen veszélyességi jelzöt kap a bevizsgált hulladék:

Kategóriák a 4.számú melléklet alapján	k érték
H14	1,5
H13, H12	1,3
H11 – H1	1,1

K: Konkrét építkezés esetén egy szorzótényezőt kéne alkalmazni, amely számításba veszi a cölöpök összterfogatát.

P: Kutatások alapján pontosítani a k szorzó értéket.

6.6.2. Lebontáskor:

$$Hu2 := \frac{K_1 \cdot k + L_1 \cdot l + M}{(J_{Hu2} + F_{Hu2}) \cdot 0.5} \cdot Mp_{Hu2}$$

- K_1 : fajlagos veszélyes hulladék mennyisége $1m^3$ cölöpre lebontva
- L_1 : fajlagos újrahasznosítható hulladék mennyisége $1m^3$ cölöpre lebontva
- M_1 : fajlagos egyéb/inert hulladék mennyisége $1m^3$ cölöpre lebontva
- J_{Hu2} : jet-grouting munkafolyamata során keletkezett fajlagos hulladék mennyisége $1m^3$ cölöpre lebontva
- F_{Hu2} : fúrt cölöpözés munkafolyamata során keletkezett fajlagos hulladék mennyisége $1m^3$ cölöpre lebontva
- $Mp_{Hu2} = 100$
- $Hu2$: összesített pontszám
- k : a veszélyes hulladék szorzótényezőt jelenti (előzőekből)
- $l = 0,7$, amely az újrahasznosított hulladék szorzótényezőjét jelenti

K: Konkrét építkezés esetén egy szorzótényezőt kéne alkalmazni, amely számításba veszi a cölöpök összterfogatát.

P: Kutatások alapján pontosítani a k értéket.

6.7. Egyéb:

6.7.1. Technológia helyigénye:

Technológia helyigénye (az építési terület m^2 -ben kifejezett értéke):

Építési terület (m^2)	Eg1
0-50	$0,1 \cdot Mp_{Eg1}$
51-100	$0,2 \cdot Mp_{Eg1}$
101-200	$0,3 \cdot Mp_{Eg1}$
201-500	$0,4 \cdot Mp_{Eg1}$
501-1000	$0,5 \cdot Mp_{Eg1}$
1001-2000	$0,6 \cdot Mp_{Eg1}$
2001-5000	$0,7 \cdot Mp_{Eg1}$
5001-7000	$0,8 \cdot Mp_{Eg1}$
7001-10000	$0,9 \cdot Mp_{Eg1}$
10000 fölött	$1,0 \cdot Mp_{Eg1}$

- $Mp_{Eg1} = 15$

K: A képlet megfelelő konkrét építkezésre is.

P: Interpolálni lehet az egyes kategóriáknál.

6.7.2. Kiszolgáló telep:

Alapterület (m ²)	Eg2
0-30	0,2*Mp _{Eg2}
31-60	0,4*Mp _{Eg2}
61-120	0,6*Mp _{Eg2}
121-200	0,8*Mp _{Eg2}
201 fölötti	1,0*Mp _{Eg2}

- Mp_{Eg2} = 20

K: A képlet megfelelő konkrét építkezésre is.

P: Interpolálni lehet az egyes kategóriáknál.

6.7.3. Időigény:

Építési időtartam (nap)	Eg3
0-7	0,2*Mp _{Eg3}
8-30	0,4*Mp _{Eg3}
31-90	0,5*Mp _{Eg3}
91-182	0,6*Mp _{Eg3}
183-364	0,8*Mp _{Eg3}
365 fölött	1,0*Mp _{Eg3}

- Mp_{Eg3} = 15

K: A képlet megfelelő konkrét építkezésre is.

P: Interpolálni lehet az egyes kategóriáknál. Figyelembe lehetne venni szorzótényezővel az évszakot.

6.7.4. Funkció:

$$Eg4 := Eg4_a + Eg4_b + Eg4_c + Eg4_d$$

➤ Épületen belül képes-e dolgozni?

Ha igen akkor 0, ha nem akkor $Eg4_a = 0,25Mp_{Eg4}$

➤ Foghíjtelek beépítésnél képes-e dolgozni?

Ha igen akkor 0, ha nem akkor $Eg4_b = 0,25Mp_{Eg4}$

➤ Alap megerősítésre alkalmas-e?

Ha igen akkor 0, ha nem akkor $Eg4_c = 0,25Mp_{Eg4}$

➤ Minden típusú talajban alkalmazható?

Ha igen akkor 0, ha nem akkor $Eg4_d = 0,25Mp_{Eg4}$

Maximális pontszám:

- Mp_{Eg4} = 20

K: A képlet megfelelő konkrét építkezésre is.

P: Más szempontokat is figyelembe lehetne venni.

6.7.5. Teherbírás:

Kivitelezési szakember véleménye alapján:

Teherbírás	Eg5
nagy	$1/3 * M_{p_{Eg5}}$
közepes	$2/3 * M_{p_{Eg5}}$
kis	$3/3 * M_{p_{Eg5}}$

- $M_{p_{Eg5}} = 15$

K: A képlet megfelelő konkrét építkezésre is.

6.7.6. Költségek:

Beruházási költség	Eg6
1 Mft alatti beruházás	$0,2 * M_{p_{Eg6}}$
1 Mft – 10 Mft közötti beruházás	$0,4 * M_{p_{Eg6}}$
10 Mft – 20 Mft közötti beruházás	$0,6 * M_{p_{Eg6}}$
20 Mft – 50 Mft közötti beruházás	$0,8 * M_{p_{Eg6}}$
50 Mft feletti beruházás	$1,0 * M_{p_{Eg6}}$

- $M_{p_{Eg6}} = 15$

K: A képlet konkrét építkezésre alkalmazható.

P: Interpolálni lehet az egyes kategóriáknál. Kivitelezési szakember véleménye alapján adunk pontot általános (nem konkrét) esetben

7. ÖSSZEHASONLÍTÁS:

7.1. Peremfeltételek:

- $s = 1$ értékkel számoltunk (a szállítási távolság kategorizálásánál)
- vibráció értéke = 0
- talajtól függő energia esetén kevéssé ellenálló talajt vettünk figyelembe
- az építési hulladék esetében egyéb hulladékkal számoltunk
- zaj esetén a határértéket jet grouting munkafolyamatnál 1 hónap és 1 év közöttinek tekintettük, míg fúrt cölöpözésnél 1 hónapból kevesebbnek, 2. számú melléklet szerint 3. sorszámú területen
- éjjel nincs munkavégzés
- jet grouting esetén van környező épület, de nincsen semmi kár
- nincsen erdő az építkezés közelében, nincsenek állatok
- hidrogeológus szakvéleményt ugyanolyan eredménnyel vettük figyelembe
- időigénynél jet groutingnál 0,4; míg fúrt cölöpözésnél 0,2-es szorzót használtunk
- kiszolgáló telep helyigénye jet groutingnál 61-120 m² közé, míg fúrt cölöpözés esetén 0-30 m² közé vettük fel.

7.2. Pontozás:

PONTOZÁS			
Szemponatok	Pontok		
Fő szempontok:	Jet grouting	CFA	Melyik károsabb?
Erőforrás	93,49	106,51	CFA
Energia felhasználás	212,47	134,19	Jet grouting
Káros anyag kibocsátás	79,43	80,57	CFA
Környezettel való harmónia	56,92	30,77	Jet grouting
Hulladék	99,07	100,93	CFA
Egyéb	48,00	36,00	Jet grouting
Erőforrás			
gépek munkafolyamat során	29,17	20,83	Jet grouting
gépek szállítás során	21,43	28,57	CFA
gyárak	15,00	15,00	Azonos
nyersanyag	22,89	37,11	CFA
humán erőforrás	5,00	5,00	Azonos
Energia felhasználás			
gépek munkafolyamat során	31,00	49,00	CFA
gépek szállítás során	36,14	43,86	CFA
gyárak	52,00	28,00	Jet grouting
áramigény	80,00	0,00	Jet grouting
talajminőségtől függő energia igény	13,33	13,33	Azonos
Káros anyag kibocsátás			
talaj	0,00	0,00	Azonos
talajvíz	0,00	0,00	Azonos
levegő	79,43	80,57	CFA
Környezettel való harmónia			
ember (zaj, rezgés)	11,92	10,00	Jet grouting
épített környezet	25,00	0,00	Jet grouting
élővilág, természet	20,00	20,00	Azonos
Hulladék			
építéskor	98,14	101,86	CFA
lebontáskor	100,00	100,00	Azonos
Egyéb			
költségek	12,00	6,00	Jet grouting
technológia helyigénye	3,00	3,00	Azonos
időigény	6,00	3,00	Jet grouting
teherbírás	15,00	5,00	Jet grouting
funkció	0,00	15,00	CFA
kiszolgáló telep	12,00	4,00	Jet grouting
ÖSSZESÍTETT PONTSZÁM	688,45	589,13	JET GROUTING

8. KONKLÚZIÓ:

Amikor elkezdünk foglalkozni a témával, egyértelműnek tűnt, hogy a fúrt cölöpözés inkább környezetbarát technológia, mint a jet grouting. Kutatásaink során ez a kezdeti feltételezés egyre bizonytalanabbá vált. Végül, az értékelések befejeztével kezdeti feltételezésünk bizonyult igaznak.

Az általunk kialakított súlyozás és szempontrendszer alapján kiszámítottuk a pontokat. Értékeljük a statisztikai eredményeket (statisztikát lásd az 5. számú mellékletben). A statisztikai súlyok átlagával újra elvégeztük a számításokat, majd végeredményben ismét a fúrt cölöpözés bizonyult kevésbé környezetterhelő technológiának (eredményt lásd a 6. számú mellékletben). A két technológia pontszáma közti különbség a saját és a statisztikai átlag súlyok alapján is kb. 100.

A statisztikai adatok elemzésénél egy egyedi megoldással találkoztunk, a kivitelező cég egyik munkatársa külön súlyozta a két technológia szempontjait, ennek részleteit a 7. számú melléklet tartalmazza („ötletes súlyozás”). Ezzel a gondolatmenettel értékelve a két technológiát, ismét ugyanaz az eredmény született, csak a két technológia összpontszáma közti különbség lett nagyobb (lásd a 8. számú melléklet).

Ha külön megvizsgáljuk az általunk készített súlyozási rendszert, valamint a statisztikai súlyozást, és a fent említett „ötletes súlyozást”, a főszempontokon belül ugyanazokat a eredményeket kapjuk:

Főszempont	Melyik károsabb?
erőforrás	CFA
energia felhasználás	Jet grouting
káros anyag kibocsátás	CFA
környezettel való harmónia	Jet grouting
hulladék	CFA
egyéb	Jet grouting

**TEHÁT A KIDOLGOZOTT SZEMPONTRENDSZERÜNK ALAPJÁN A
JET GROUTING TECHNOLÓGIA A KÖRNYEZETET NAGYOBB
MÉRTÉKBEN TERHELI!**

9. KITEKINTÉS:

Célunk alapozási módszerek környezeti hatásának összehasonlítása volt. Kutatásunkat a jet grouting technológiára és a CFA cölöpözésre végeztük. A következő munkafázisok alapján haladtunk:

- szempontrendszer kialakítása
- szempontok súlyozása (statisztikai adatok)
- pontrendszer összefoglalása
- két technológia pontozása, összehasonlítása
- eredmény, kiértékelés

A pontozás kialakítása során két szemlélet merült fel.

A vizsgálatok értékelése:

- alapozási technológia (a pontrendszert erre dolgoztuk ki) szerint
- konkrét kivitelezési alapozási munka (ezt az irányvonalat a kiegészítések tartalmazzák (K)) alapján.

A számítás során hasonló elvek alapján értékeltük a szempontokat. Általában standard vagy megengedett értékhez hasonlítottunk. A megengedett értéket magyarországi jogszabályok, rendeletek alapján vettük figyelembe, amelyeket a mellékletekben lehet megtalálni. Standard értéknek a jet-grouting és a fúrt cölöpözés értékeinek átlagát tekintettük, amelyeket, mint konstans alkalmaztunk a képletekben. Ezen kívül intervallumok és kikérdezéses módszer segítségével fejeztünk ki néhány, nehezen számszerűsíthető problémát.

Látókörünket úgy próbáltuk szélesíteni, hogy a szakmában és/vagy a környezetvédelemben jártas személyeket kérdeztünk meg.

Témakörök, amiről érdeklődtünk:

- talajvíz: Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék BME
- technológiával kapcsolatos környezetvédelmi problémák: Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék BME, EMAB Zrt. , CFE Hungary Építőipari Kft.
- talajban, talajvízben lejátszódó kémiai folyamatok: Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék BME
- globális kérdések: Geotechnikai Tanszék BME, EMAB Zrt.
- kérdőívek: az eddig felsorolt tanszékek, építőmérnök hallgatók, laikusok.

A vizsgálataink eredménye - amelynek célja a környezetvédelmi szempontból kedvezőbb technológia kiválasztása, a két alapozási módszer közül - a fúrt cölöpözési technológia lett. Elgondolkodtunk azon, hogy a gyakorlatban hogyan hasznosíthatnánk az eredményeinket. Egy alapozás kivitelezési módszerének megválasztása során fontos kritériumnak kellene lennie, hogy környezetvédelmi szempontból mennyire káros. Ebből a szempontból legkönnyebben úgy lehetne értékelni az alapozásokat, ha környezetterhelési osztályokba tudnánk sorolni őket. Ehhez nyújthatna segítséget a pontrendszerünk.

Az általunk elvégzett kutatást nem tekintjük lezártnak. Tanulmányunkat folytatni kívánjuk, további pontosításokat, statisztikákat, adatokkal való alátámasztásokat szeretnénk a jövőben elvégezni.

Jövőbeli terveink:

- szélesebb látókör kialakítása
- több kivitelezési eredmény összehasonlítása
- szakmában dolgozók tapasztalatainak, ismereteinek beépítése az értékelési rendszerbe
- kísérletek elvégzése
- további statisztikák készítése, elemzése
- standard értékek vizsgálata, pontosítása
- több (szempontokat befolyásoló) tényező figyelembe vétele
- másabb megközelítésű pontrendszer kialakítása (pl: LCA)
- egyéb alapozási technológia tanulmányozása, vizsgálata
- szorozótényezők érzékenységeinek vizsgálata
- virtuális paraméterek figyelembevétele (virtuális víz, virtuális energia)
- problémakör társadalmazása

10. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS:

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani mindazoknak, akik bármely mértékben segítettek és támogatták munkánkat.

Külön köszönetet szeretnénk mondani a TDK dolgozatunk elkészítésénél nyújtott szakmai segítségükért és tanácsaikért:

- Táskai Andor /EMAB Mélyépítő Zrt/
- Molnár Szilárd /EMAB Mélyépítő Zrt/
- Sziklai Norbert /CFE Hungary Kft./
- Dr. Fleit Ernő docensnek /BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék/
- Dr. Buzás Kálmán docensnek /BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék/
- Dr. Csoma Rózsa egyetemi docensnek /BME Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék/
- Dr. Hajnal Géza egyetemi docensnek /BME Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék/
- Dr. Kopecskó Katalin docensnek /BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék /
- Dr. Nagy László egyetemi docensnek /BME Geotechnikai Tanszék/

11. FORRÁSJEGYZÉK:

- www.lcacenter.hu
- www.granitifiandre.hu
- <http://ecoconsulting.net/www/Leed.htm>
- www.legszenyezés.hu
- www.veszelyeshulladek.hu
- www.buildinggreen.com
- www.jet-grouting.com
- www.hbm.hu
- www.standard-team.com
- http://en.wikipedia.org/wiki/European_emission_standards
- James Warner, P.E. (1935): Practical handbook of grouting
- Bartos Sándor (2001), Mélyépítés 3.
- www.emabrt.hu

12. MELLÉKLETEK:

1. számú melléklet:

	A építkezés	B építkezés
Típusa	Jet oszlop	Fúrt cölöp
cölöp/oszlop átmérője (m)	0,60	0,60
cement fajlagos értéke (kg/m ³)	743,10	400,00
adalékanyag fajlagos értéke (kg/m ³)	0,00	1785,00
víz fajlagos értéke (kg/m ³)	990,80	160,00
betonacél fajlagos értéke (kg/m ³)	3,14	197,72
hulladék fajlagos értéke m ³ /m ³	1,00	1,04
zajterhelés mért értéke (dB)	62,00	56,00

2. számú melléklet:

Építőipari kivitelezési tevékenységtől származó zaj terhelési határértékei zajtól védendő területen:

Sor-szám	Zajtól védendő terület	Határérték (L_{TH}) az L_{AM} megítélési szintre (dB)					
		ha az építési munka időtartama					
		1 hónap vagy kevesebb		1 hónap felett 1 évig		1 évnél több	
		nappal 6-22 óra	éjjel 22-6 óra	nappal 6-22 óra	éjjel 22-6 óra	nappal 6-22 óra	éjjel 22-6 óra
1.	Üdülőtérlet, gyógyhely, egészségügyi terület, védett természeti terület kijelölt része	60	45	55	40	50	35
2.	Lakóterület (kisvárosias, kertvárosias, falusias, telepszerű beépítésű)	65	50	60	45	55	40
3.	Lakóterület (nagyvárosias beépítésű), vegyes terület	70	55	65	50	60	45
4.	Gazdasági terület és különleges terület	70	55	70	55	65	50

- L_{AM} : egyenértékű A hangnyomásszint (dB)

3. számú melléklet:

Az emberre ható rezgés terhelési határértékei épületekben:

Sor-szám	Épület, helyiség		Rezgésterhelési határérték (mm/s ²)		
			A _M	A ₀	A _{max}
1.	Rezgésre különösen érzékeny helyiség (pl. műtő)		3	3,6	100
2.	Lakóépület, üdülőépület, szociális otthon, szálláshely-szolgáltató épület, kórház, szanatórium lakó- és pihenőhelyiségei	nappal 6-22 óra	10	12	200
		éjjel 22-6 óra	5	6	100
3.	Kulturális, vallási létesítmények nagyobb figyelmet igénylő helyiségei (pl. hangversenyterem, templom); bölcsőde, óvoda foglalkoztató helyiségei; orvosi rendelő		10	12	200
4.	Művelődési, oktatási, igazgatási és irodaépület nagyobb figyelmet igénylő helyiségei (pl. tanterem, számítógépterem, könyvtári olvasóterem, tervezőiroda, diszpécserközpont); színházak, mozik nézőterei; magasabb komfortfokozatú szállodák közös terei		20	24	300
5.	Kereskedelmi, vendéglátó épület eladó-, illetve vendéglátó terei; sportlétesítmények nézőtere; középületek folyosói, előcsarnokai		30	36	600

Fogalmak:

- megítélési időre vonatkozó rezgésterhelés (A_M): a rezgésterhelésnek mérési irányonként számított, a teljes megítélési időre vonatkozó értéke, amelynek mértékegysége: mm/s²

- a rezgésterhelés legnagyobb értéke (A_{max}): a rezgésterhelésnek három irányban kapott fél perces maximumok összes sorozatából kiválasztott legnagyobb értéke, amelynek mértékegysége mm/s²

- vizsgálati küszöb érték (A₀): környezeti rezgésforrástól származó rezgésjel legnagyobb értékének a jogszabály szerint megengedett mértéke, amelynek teljesülése esetén a vizsgált rezgés megfelel az előírásoknak, túllépése esetén további vizsgálatokat kell végezni a határértékeknek való megfelelés, megállapítása céljából, mértékegysége mm/s²

4. számú melléklet:

Veszélyes hulladék fogalma:

Hulladéknak számít minden olyan anyag vagy tárgy, amelyet gyártója vagy birtokosa már nem tud, vagy nem akar hasznosítani, így attól megválnak.

Ezen belül veszélyes hulladék az, ami rendelkezik az alább felsorolt veszélyességi jellemzők közül eggyel vagy többel, illetve ilyen anyagokat vagy összetevőket tartalmaz. A veszélyes hulladékok eredetük, összetételük vagy koncentrációjuk miatt kockázatot jelentenek az egészségre, a környezetre.

Minden olyan esetben, ha egy hulladékról nem tudjuk, hogy az veszélyesnek minősül-e vagy sem, ennek megállapításáig az adott hulladékot veszélyesnek kell tekinteni.

Veszélyességi jellemzők:

A veszélyességi jellemzőket a hulladékgazdálkodásról szóló 2000. évi XLIII. törvény H betűvel és egy sorszámmal jelöli:

- H1 - robbanó
- H2 - oxidáló
- H3-A - tűzveszélyes
- H3-B - kevésbé tűzveszélyes
- H4 - irritáló vagy izgató
- H5 - ártalmas
- H6 - mérgező
- H7 - rákkeltő (karcinogén)
- H8 - maró (korrozív)
- H9 - fertőző
- H10 - reprodukciót és az utódok fejlődését károsító (teratogén)
- H11 - genetikai károsodást okozó (mutagén)
- H12 - anyagok és készítmények, amelyek vízzel, levegővel vagy savval érintkezve mérgező vagy nagyon mérgező gázokat fejlesztenek
- H13 - anyagok és készítmények, amelyek hajlamosak arra, hogy belőlük a lerakást követően valamely formában - pl. kimosódás - a felsorolt tulajdonságok bármelyikével rendelkező anyag keletkezzék
- H14 - környezetre veszélyes (anyagok és készítmények, amelyek a környezetbe jutva a környezet egy vagy több elemét azonnal vagy meghatározott idő elteltével károsítják, illetve a környezet állapotát, természetes ökológiai egyensúlyát, biológiai sokféleségét megváltoztatják)

Hulladékok azonosítása

A hulladékok azonosítása kezelésük során az Európai Hulladék Katalógusban (EWC) hozzájuk rendelt kódszámok alapján történik. A hulladékok jegyzékét és az EWC kódokat a 16/2001. (VII. 18.) KöM rendelet tartalmazza.

A veszélyes anyagokat szállításuk során veszélyességi bárcákkal és UN számmal jelölik, és a szállító járművekre is veszélyt jelző narancssárga tábla kerül.

5. számú melléklet:

KÉRDŐÍV STATISZTIKA	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Fő szempontok:										
Erőforrás	15	20	15	30	25	10	20	20	20	20
Energia felhasználás	15	20	20	20	20	15	20	30	10	10
Káros anyag kibocsátás	20	10	20	30	15	30	15	20	20	25
Környezettel való harmónia	20	20	25	5	15	15	20	20	30	25
Hulladék	15	10	15	10	15	10	15	5	10	10
Egyéb	15	20	5	5	10	20	10	5	10	10
Erőforrás										
gépek munkafolyamat során	20	10	20	10	35	30	15	40	50	40
gépek szállítás során	15	10	20	30	10	15	15	40	20	20
gyárak	20	40	20	30	10	15	25	7	10	20
nyersanyag (természetes anyag)	25	30	20	25	35	25	25	8	10	10
humán erőforrás	20	10	20	5	10	15	20	5	10	10
Energia felhasználás										
gépek munkafolyamat során	20	20	20	20	30	30	25	15	10	10
gépek szállítás során	15	20	30	30	20	15	30	15	5	10
gyárakban technológiához szükséges elemek	20	30	20	30	20	15	10	30	5	10
áramigény gépeknek	25	20	20	15	20	25	20	20	40	30
talajminőségtől függő E igény	25	10	10	5	10	15	15	20	40	40
Káros anyag kibocsátás										
talaj	40	33	25	10	20	20	34	30	40	45
talajvíz	40	33	60	30	40	30	33	40	40	45
levegő	20	33	15	60	40	50	33	30	20	10
Környezettel való harmónia										
ember (zaj, CO2 kibocsátás)	30	30	60	40	40	50	25	30	80	70
épített környezet (már meglévő építmények)	35	40	10	50	20	20	25	30	10	15
elővilág, természet	35	30	30	10	40	30	40	40	10	15
Hulladék										
építéskor	60	50	80	60	30	60	50	70	50	60
lebontáskor	40	50	20	40	70	40	50	30	50	40
Egyéb										
költségek	20	20	25	40	15	40	40	40	30	20
technológia helyigénye	20	10	20	5	10	25	30	10	30	20
munkaidő	10	20	10	40	15	15	10	10	10	20
teherbírás	25	30	35	5	25	10	10	10	10	20
pluszkezelési folyamat	15	10	5	2	25	5	5	10	10	10
kiszolgáló telep	10	10	5	8	10	5	5	10	10	10

KÉRDŐÍV STATISZTIKA	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
Fő szempontok:										
Erőforrás	10	20	20	10	25	10	20	20	10	15
Energia felhasználás	10	5	20	10	15	20	20	20	30	15
Káros anyag kibocsátás	30	30	10	25	25	25	20	15	30	25
Környezettel való harmónia	30	30	30	30	20	20	10	15	20	10
Hulladék	10	15	10	15	10	15	10	25	5	25
Egyéb	10	0	10	10	5	10	20	5	5	10
Erőforrás										
gépek munkafolyamat során	40	20	10	20	30	10	20	30	15	10
gépek szállítás során	10	30	30	20	30	5	10	15	15	10
gyárak	20	20	25	40	20	50	40	15	20	25
nyersanyag (természetes anyag)	10	20	25	5	10	25	15	25	30	30
humán erőforrás	20	10	10	15	10	10	15	15	20	25
Energia felhasználás										
gépek munkafolyamat során	20	22	30	10	50	20	20	20	20	15
gépek szállítás során	10	22	30	40	25	10	10	20	20	15
gyárakban technológiához szükséges elemek	10	22	15	20	15	30	50	15	20	30
áramigény gépeknek	30	22	20	10	5	30	10	15	20	25
talajminőségtől függő E igény	30	12	5	20	5	10	10	30	20	15
Káros anyag kibocsátás										
talaj	40	30	20	15	33	33	20	35	25	20
talajvíz	40	30	40	60	34	33	40	30	25	50
levegő	20	40	40	25	33	34	40	35	50	30
Környezettel való harmónia										
ember (zaj, CO2 kibocsátás)	60	30	5	40	40	30	50	30	40	35
épített környezet (már meglévő építmények)	10	30	35	20	10	20	10	30	20	30
élővilág, természet	30	40	60	40	50	50	40	40	40	35
Hulladék										
építéskor	70	60	30	60	98	50	25	55	20	60
lebontáskor	30	40	70	40	2	50	75	45	80	40
Egyéb										
költségek	20	30	30	30	20	25	30	20	30	10
technológia helyigénye	20	30	15	15	20	10	15	20	20	20
munkaidő	20	10	15	10	20	15	20	15	20	25
teherbírás	20	10	20	20	10	20	20	15	10	15
pluszkezelési folyamat	10	10	15	15	20	20	10	15	10	15
kiszolgáló telep	10	10	5	10	10	10	5	15	10	15

KÉRDŐÍV STATISZTIKA	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.
Fő szempontok:										
Erőforrás	10	30	10	30	10	10	20	10	15	10
Energia felhasználás	15	15	10	20	40	10	20	20	30	25
Káros anyag kibocsátás	20	10	30	20	30	30	20	30	20	30
Környezettel való harmónia	40	35	20	10	5	10	15	10	20	10
Hulladék	15	9	20	15	10	30	20	20	10	20
Egyéb	0	1	10	5	5	10	5	10	5	5
Erőforrás										
gépek munkafolyamat során	15	3	5	17	20	25	20	20	20	20
gépek szállítás során	5	2	5	3	10	10	15	25	10	15
gyárak	20	15	40	30	50	40	25	30	30	30
nyersanyag (természetes anyag)	30	40	20	30	10	15	20	15	30	30
humán erőforrás	30	40	30	20	10	10	20	10	10	5
Energia felhasználás										
gépek munkafolyamat során	20	7	30	20	10	30	30	15	25	30
gépek szállítás során	20	3	0	15	10	10	20	25	15	20
gyárakban technológiához szükséges elemek	20	60	15	20	30	20	20	30	25	15
áramigény gépeknek	30	20	40	30	30	20	20	10	20	25
talajminőségtől függő E igény	10	10	15	15	20	20	10	20	15	10
Káros anyag kibocsátás										
talaj	20	20	40	20	30	30	30	20	30	20
talajvíz	30	30	40	30	40	30	40	40	40	40
levegő	50	50	20	50	30	40	30	40	30	40
Környezettel való harmónia										
ember (zaj, CO2 kibocsátás)	25	40	20	45	20	30	40	30	25	35
épített környezet (már meglévő építmények)	15	10	20	20	20	20	25	20	15	15
élővilág, természet	60	50	60	35	60	50	35	50	60	50
Hulladék										
építéskor	50	50	50	50	50	50	20	25	60	20
lebontáskor	50	50	50	50	50	50	80	75	40	80
Egyéb										
költségek	20	20	30	30	5	45	20	5	20	0
technológia helyigénye	30	15	20	15	20	15	20	25	30	40
munkaidő	10	20	10	5	30	10	20	15	15	10
teherbírás	20	35	20	15	5	10	20	25	5	25
pluszkezelési folyamat	15	6	10	5	30	10	15	10	25	10
kiszolgáló telep	5	4	10	30	10	10	5	20	5	15

KÉRDŐÍV STATISZTIKA	31.	32.	33.	34.	35.	36.	37.	38.	39.	40.
Fő szempontok:										
Erőforrás	15	30	15	14	15	5	5	4	15	9
Energia felhasználás	15	10	10	16	20	20	20	5	15	20
Káros anyag kibocsátás	30	20	30	20	20	35	40	50	25	25
Környezettel való harmónia	10	15	20	18	20	10	5	30	15	25
Hulladék	25	20	20	20	20	25	25	10	20	20
Egyéb	5	5	5	12	5	5	5	1	10	1
Erőforrás										
gépek munkafolyamat során	20	15	20	30	15	23	50	10	10	10
gépek szállítás során	15	15	15	20	25	20	5	5	5	10
gyárak	30	25	15	35	30	40	30	5	60	20
nyersanyag (természetes anyag)	25	30	30	10	25	10	10	40	20	30
humán erőforrás	10	15	20	5	5	7	5	40	5	30
Energia felhasználás										
gépek munkafolyamat során	25	25	25	25	30	20	30	20	15	10
gépek szállítás során	15	10	20	15	30	15	5	20	10	10
gyárakban technológiához szükséges elemek	20	30	20	20	20	20	10	20	5	20
áramigény gépeknek	30	25	25	22	10	15	30	0	50	30
talajminőségtől függő E igény	10	10	10	18	10	30	25	40	20	30
Káros anyag kibocsátás										
talaj	35	30	25	30	20	35	25	33	30	30
talajvíz	50	40	45	35	40	15	45	33	30	35
levegő	15	30	30	35	40	50	30	34	40	35
Környezettel való harmónia										
ember (zaj, CO2 kibocsátás)	30	40	35	35	25	60	20	20	40	35
épített környezet (már meglévő építmények)	20	40	30	25	25	10	20	20	30	30
élővilág, természet	50	20	35	40	50	30	60	60	30	35
Hulladék										
építéskor	30	40	35	40	60	30	50	40	60	50
lebontáskor	70	60	65	60	40	70	50	60	40	50
Egyéb										
költségek	10	35	30	14	20	30	30	0	30	15
technológia helyigénye	20	15	10	20	10	15	30	20	15	15
munkaidő	10	10	10	15	30	20	25	20	10	15
teherbírás	25	15	25	18	15	10	5	5	30	20
pluszkezelési folyamat	15	10	15	16	10	10	5	50	5	20
kiszolgáló telep	20	15	10	17	15	15	5	5	10	15

KÉRDŐÍV STATISZTIKA	41.	42.	43.	44.	45.	46.	47.	48.	49.	50.
Fő szempontok:										
Erőforrás	25	30	15	25	23	20	20	30	15	20
Energia felhasználás	20	30	15	25	10	25	20	20	15	15
Káros anyag kibocsátás	15	10	30	30	10	20	20	15	25	40
Környezettel való harmónia	10	20	10	5	40	20	15	5	10	20
Hulladék	15	10	25	10	15	10	25	10	30	5
Egyéb	15		5	5	2	5	0	20	5	
Erőforrás										
gépek munkafolyamat során	15	20	15	20	20	20	20	35	25	15
gépek szállítás során	15	15	10	20	10	20	20	20	25	25
gyárak	20	15	20	30	30	30	20	20	30	35
nyersanyag (természetes anyag)	25	20	50	20	38	20	20	15	15	15
humán erőforrás	25	30	5	10	2	10	20	10	5	10
Energia felhasználás										
gépek munkafolyamat során	20	30	15	30	20	20	15	35	30	30
gépek szállítás során	20	15	15	20	20	10	15	10	30	25
gyárakban technológiához szükséges elemek	20	25	40	15	35	20	25	20	20	15
áramigény gépeknek	20	10	20	15	20	40	25	25	10	20
talajminőségtől függő E igény	20	20	10	20	5	10	20	10	10	10
Káros anyag kibocsátás										
talaj	30	40	30	25	30	40	30	35	35	45
talajvíz	35	30	30	30	40	30	30	40	35	35
levegő	35	30	40	45	30	30	40	25	30	20
Környezettel való harmónia										
ember (zaj, CO2 kibocsátás)	35	40	35	30	35	60	40	35	40	40
épített környezet (már meglévő építmények)	30	30	30	10	15	20	30	50	20	20
élővilág, természet	35	30	35	60	50	20	30	15	40	40
Hulladék										
építéskor	45	40	80	30	50	50	50	65	50	40
lebontáskor	55	60	20	70	50	50	50	35	50	60
Egyéb										
költségek	20	30	40	30	30	30	20	25	0	20
technológia helyigénye	15	20	5	10	5	20	15	15	20	20
munkaidő	15	15	40	20	30	20	20	20	10	10
teherbírás	20	15	10	10	15	10	15	10	10	20
pluszkezelési folyamat	15	10	2,5	20	15	10	10	10	30	15
kiszolgáló telep	15	10	2,5	10	5	10	20	20	30	15

KÉRDŐÍV STATISZTIKA	51.	52.	53.	54.	55.	56.	57.	58.	ÁTLAG
Fő szempontok:									
Erőforrás	20	15	19	10	10	10	15	15	16,79
Energia felhasználás	20	20	19	15	20	8	15	15	17,72
Káros anyag kibocsátás	25	25	19	20	40	25	25	25	24,03
Környezettel való harmónia	10	10	19	10	10	40	20	15	17,97
Hulladék	20	25	19	40	10	15	15	20	16,34
Egyéb	5	5	5	5	10	2	10	10	7,39
Erőforrás									
gépek munkafolyamat során	10	25	15	20	30	10	20	10	20,48
gépek szállítás során	30	15	15	10	30	10	25	5	15,95
gyárak	30	25	34	45	20	40	30	60	27,69
nyersanyag (természetes anyag)	20	15	34	20	10	25	15	20	21,98
humán erőforrás	10	20	2	5	10	15	10	5	13,90
Energia felhasználás									
gépek munkafolyamat során	30	25	18	15	30	20	20	15	22,19
gépek szállítás során	20	15	18	10	20	15	25	10	17,12
gyárakban technológiához szükséges elemek	20	25	25	40	10	20	40	5	22,02
áramigény gépeknek	20	15	20	20	20	25	10	50	22,22
talajminőségtől függő E igény	10	20	19	15	20	20	5	20	16,53
Káros anyag kibocsátás									
talaj	20	33	33	40	30	25	25	30	29,26
talajvíz	40	33	33	30	30	40	40	30	36,41
levegő	40	34	33	30	40	35	35	40	34,29
Környezettel való harmónia									
ember (zaj, CO2 kibocsátás)	70	40	20	50	50	40	40	40	38,02
épített környezet (már meglévő építmények)	30	30	20	20	10	20	30	30	23,19
élővilág, természet	0	30	60	30	40	40	30	30	38,62
Hulladék									
építéskor	30	70	50	50	50	40	20	60	48,76
lebontáskor	70	30	50	50	50	60	80	40	51,24
Egyéb									
költségek	15	20	10	40	30	20	15	30	23,60
technológia helyigénye	15	25	30	10	20	20	15	15	18,28
munkaidő	20	10	10	10	10	15	20	10	16,29
teherbírás	15	10	16	20	10	10	15	30	16,36
pluszkezelési folyamat	20	15	17	10	10	15	25	5	13,51
kiszolgáló telep	15	20	17	10	20	20	10	10	11,78

6. számú melléklet:

PONTOZÁS			
Szemponatok	Pontok		
Fő szempontok:	Jet grouting	CFA	Melyik károsabb?
Erőforrás	158,93	181,07	CFA
Energia felhasználás	191,22	120,77	Jet grouting
Káros anyag kibocsátás	95,32	96,68	CFA
Környezettel való harmónia	51,23	27,69	Jet grouting
Hulladék	79,26	80,74	CFA
Egyéb	33,60	25,20	Jet grouting
Erőforrás			
gépek munkafolyamat során	39,67	28,33	Jet grouting
gépek szállítás során	23,32	31,08	CFA
gyárak	47,60	47,60	Azonos
nyersanyag	28,53	46,26	CFA
humán erőforrás	23,80	23,80	Azonos
Energia felhasználás			
gépek munkafolyamat során	30,69	48,51	CFA
gépek szállítás során	27,65	33,55	CFA
gyárak	51,48	27,72	Jet grouting
áramigény	79,20	0,00	Jet grouting
talajminőségtől függő energia igény	10,20	10,20	Azonos
Káros anyag kibocsátás			
talaj	0,00	0,00	
talajvíz	0,00	0,00	
levegő	81,02	82,18	CFA
Környezettel való harmónia			
ember (zaj, rezgés)	16,31	14,73	Jet grouting
épített környezet	20,70	0,00	Jet grouting
élővilág, természet	14,04	14,04	Azonos
Hulladék			
építéskor	76,94	79,86	CFA
lebontáskor	81,60	81,60	Azonos
Egyéb			
költségek	13,44	6,72	Jet grouting
technológia helyigénye	2,52	2,52	Azonos
időigény	4,48	2,24	Jet grouting
teherbírás	11,20	3,73	Jet grouting
funkció	0,00	7,35	CFA
kiszolgáló telep	5,00	1,68	Jet grouting
ÖSSZESÍTETT PONTSZÁM	768,66	674,43	JET GROUTING

7. számú melléklet:

"ÖTLETES MEGOLDÁS"		
Fő szempontok:	JET Grouting	CFA
Erőforrás	20	25
Energia felhasználás	20	15
Káros anyag kibocsátás	5	5
Környezettel való harmónia	25	25
Hulladék	20	20
Egyéb	10	10
Erőforrás		
gépek munkafolyamat során	45	45
gépek szállítás során	5	5
gyárok	10	10
nyersanyag	20	20
humán erőforrás	20	20
Energia felhasználás		
gépek munkafolyamat során	20	20
gépek szállítás során	5	5
gyárok	5	5
áramigény gépeknek	50	50
talajminőségtől függő energiaigény	20	20
Káros anyag kibocsátás		
talaj	45	45
talajvíz	45	45
levegő	10	10
Környezettel való harmónia		
ember (zaj, rezgés)	30	80
épített környezet	50	0
élővilág, természet	20	20
Hulladék		
építéskor	80	40
lebontáskor	20	60
Egyéb		
költségek	20	20
technológia helyigénye	20	20
munkaidő	20	20
teherbírás	20	20
funkció	10	10
kiszolgáló telep	10	10

8. számú melléklet:

PONTOZÁS			
Szempontok	Pontok		
Fő szempontok:	Jet grouting	CFA	Melyik károsabb?
Erőforrás	186,98	266,275	CFA
Energia felhasználás	212,47	100,64	Jet grouting
Káros anyag kibocsátás	19,86	20,14	CFA
Környezettel való harmónia	71,15	38,46	Jet grouting
Hulladék	99,07	100,93	CFA
Egyéb	48,00	36,00	Jet grouting
Erőforrás			
gépek munkafolyamat során	105,01	93,73	Jet grouting
gépek szállítás során	8,57	14,29	CFA
gyárak	20,00	25,00	CFA
nyersanyag	30,52	61,85	CFA
humán erőforrás	40,00	50,00	CFA
Energia felhasználás			
gépek munkafolyamat során	31,00	36,75	CFA
gépek szállítás során	9,03	8,22	Jet grouting
gyárak	13,00	5,25	Jet grouting
áramigény	200,00	0,00	Jet grouting
talajminőségtől függő energia igény	13,33	10,00	Jet grouting
Káros anyag kibocsátás			
talaj	0,00	0,00	
talajvíz	0,00	0,00	
levegő	4,96	5,04	CFA
Környezettel való harmónia			
ember (zaj, rezgés)	17,88	43,08	CFA
épített környezet	62,50	0,00	Jet grouting
élővilág, természet	10,00	10,00	Azonos
Hulladék			
építéskor	157,02	81,48	Jet grouting
lebontáskor	40,00	120,00	CFA
Egyéb			
költségek	16,00	8,00	Jet grouting
technológia helyigénye	4,00	4,00	Azonos
időigény	8,00	4,00	Jet grouting
teherbírás	20,00	6,67	Jet grouting
funkció	0,00	7,50	CFA
kiszolgáló telep	6,00	3,75	Jet grouting
ÖSSZESÍTETT PONTSZÁM	915,33	699,35	JET GROUTING