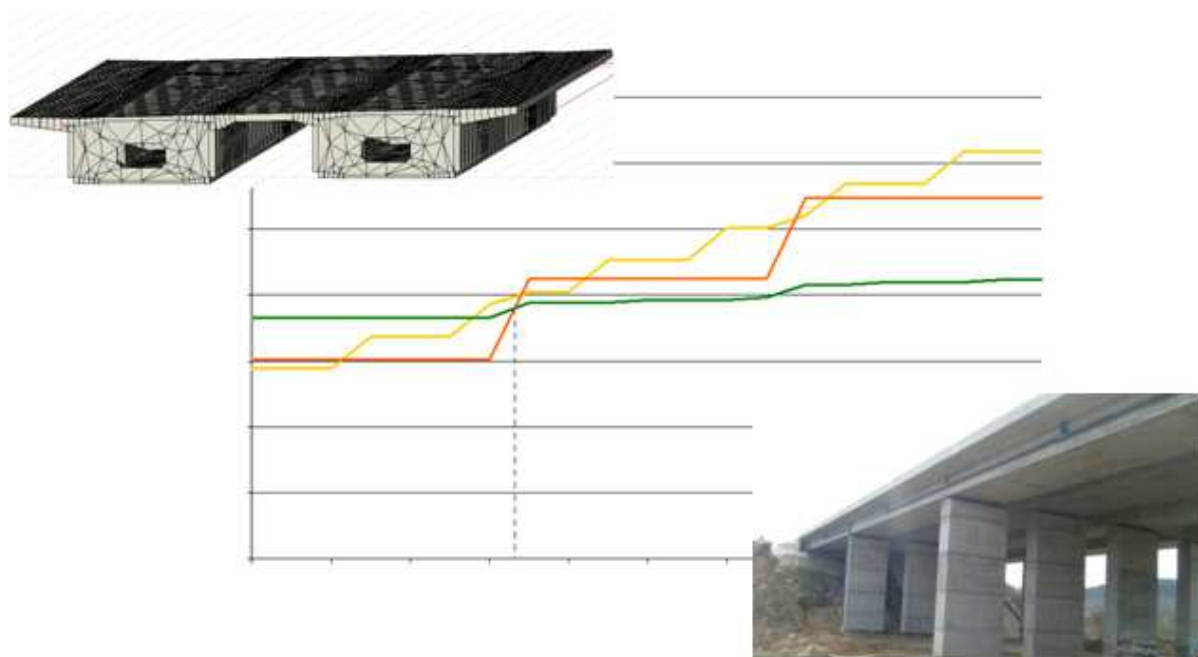




Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Hidak és Szerkezetek Tanszéke

Betonhidak élelciklus elvű tervezése



Laczák Lili Eszter

Konzulens: Dr. Kovács Tamás



OTDK Konferencia 2013.

Összefoglalás

Az elmúlt évek során jelentős fejlődés figyelhető meg az építőmérnöki szerkezetek életciklus-elvű tervezésének két területén. Az egyik lehetőség a használati időhöz köthető tervezés, amely elsősorban a tartóssági kérdésekre és az ezekhez kapcsolódó tervezési megközelítésre fókuszál, annak érdekében, hogy a tervezési élettartamot 100 évre, vagy hosszabb időre növelje. A másik megközelítés elemzi a szerkezetek költség-hatékonyságát és olyan tervezési irányelveket keres, amelyekkel az teljes használati élettartam, vagy egy meghatározott használati időtartam során fellépő életciklus- költség minimalizálható.

Az életciklus-költség elemzés első sorban a közlekedési infrastruktúra részét képező műtárgyak esetén lehet előnyös választás. Ezeknek a szerkezeteknek ugyanis hosszú használati időtartamon keresztül kell megfelelő technikai színvonalon üzemelniük, ugyanakkor jelentős költségráfordítást igényelnek a teljes használati időszak alatt.

Az elmúlt évtizedekben nagy hangsúly került arra, hogy az útpályák életciklus- költség elvű tervezésének alapjait megteremtsék. Különböző módszerekkel történő gazdasági becslések segítségével az aszfalt és betonburkolatok objektív összehasonlítása már lehetővé vált. A hidak integrálása ezekbe az elemzésekbe, vagy önmagukban hidakra vonatkozó életciklus-költség elemzések készítése azonban mindeddig háttérbe szorult.

Kutatásunk elsősorban a nagy teljesítményű (NT) beton használatának lehetőségét vizsgálja közúti hidak felszerkezeteinél, annak érdekében, hogy növeljük költséghatékonyságukat, környezeti- hatásukat pedig csökkentjük. A vízszigetelés nélkül készülő NT beton pályaszerkezetek használata aszfalt-alapú burkolattal és szigeteléssel készülő pályák kiváltására szintén a kutatás része volt.

Költségelemzéseink a teljes használati élettartamra kiterjedtek. A tervezés során figyelembe vettük a különböző burkolat típusok esetén szükséges szerkezeti és tartóssági követelményeket, valamint számos a szerkezetek esetén fellépő tényezőt (betonszilárdság, geometriai méretek, vasalás és feszítés mértéke). A különböző szerkezeti változatokra esettanulmányok is készültek.

Abstract

In recent years, rapid development can be observed in two areas of life-cycle design of civil engineering structures. One direction is the service life design, which focuses mainly on durability issues and the related design approaches to extend the design working life of structures up to 100 years or even longer. The other direction analyses the cost effectiveness of structures and finds design strategies by which the total life-cycle cost of a structure can be minimized during its service life or a defined service period.

Majority of structures, to which the application of life-cycle design is desirable, are parts of the traffic infrastructure. These structures are required to work on acceptable technical level during a relatively long service life and need relatively high costs during this period.

In the past decades, significant effort was given to provide life-cycle cost basis behind the design of roadways. By the use of economic valuation processes, the objective comparability of asphalt-based and concrete pavement systems became possible. However, small attention was paid to include bridges into these analyses as well as to carry out life-cycle cost analysis of bridges in itself.

Our research focuses on the applicability of high-performance concrete (HPC) to the superstructure of concrete highway bridges to improve their cost effectiveness and environmental compatibility. The application of decks made of HPC without water insulation as an alternative to asphalt-based pavement system with water insulation is also investigated. The provided cost analysis is extended to the full service life of the structure. The applied design strategy considers the different structural and durability requirements to be applied for different pavement systems as well as the variation of further structural factors (such as concrete strength, geometrical sizes and the amount of reinforcement and pre-stressing). Case studies were carried out for different deck types.

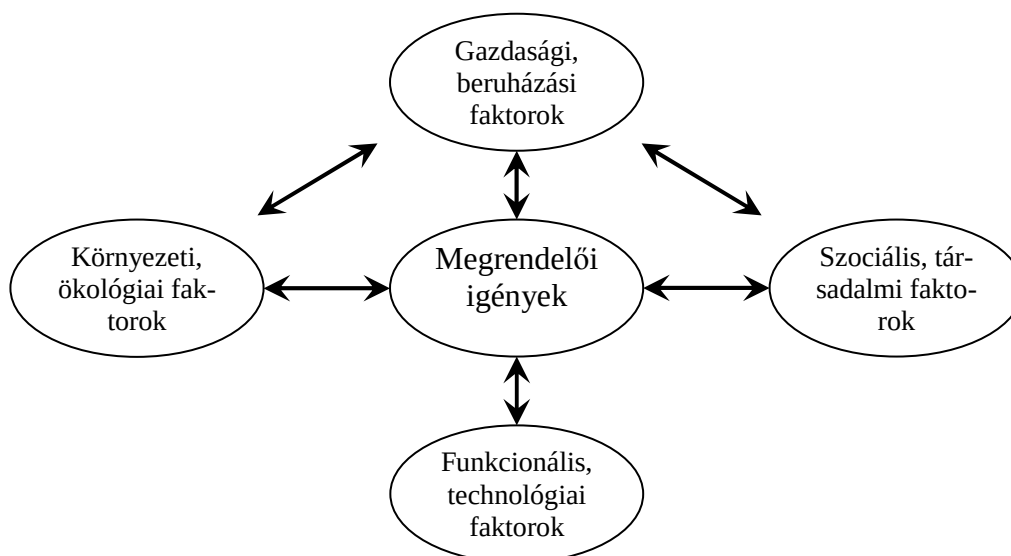
Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék.....	- 4 -
1. Bevezetés.....	- 5 -
1.1. A fenntarthatóság elve a tervezésben	- 5 -
1.2. A kutatás célja	- 6 -
2. A nagyteljesítményű hidakról és pályaszerkezeteikről	- 7 -
3. Az életciklus- költségelemzésről.....	- 10 -
3.1. Az életciklus- költség elemzéssel kapcsolatos eddigi kutatások.....	- 10 -
3.2. Az életciklus- költség elemzés alapelvei.....	- 11 -
3.2.1. Az optimális tervezés	- 14 -
3.2.2. Az optimális fenntartás.....	- 14 -
3.2.3. Az optimális felszámolás	- 15 -
3.3. Az életciklus során felmerülő költségek	- 15 -
3.3.1. Építési költségek	- 15 -
3.3.2. Fenntartási költségek.....	- 15 -
3.3.3. Felszámolási (bontási) költségek	- 18 -
4. Esettanulmányok	- 19 -
4.1. A részleges életciklus-elemzés és a benne szereplő költségek	- 19 -
4.2. AZ M0 autópálya Dulácska völgyhídjának részleges életciklus-költség elemzése...-	21 -
4.2.1. A híd erőtani tervezése	- 21 -
4.2.2. Építési költségek	- 24 -
4.2.3. Fenntartási költségek.....	- 25 -
4.2.4. A részleges életciklus- költség alakulása	- 27 -
4.3. A 2112. jelű út Vadaskerti út feletti felüljáró részleges életciklus- költség elemzése	- 29 -
4.3.1. A híd erőtani tervezése	- 29 -
4.3.2. Építési költségek	- 30 -
4.3.4. A részleges életciklus- költség alakulása	- 31 -
4.4. A 2112. jelű út Móricz Zsigmond út feletti felüljáró részleges életciklus- költség elemzése	- 33 -
4.4.1. A híd erőtani tervezése	- 33 -
4.4.2. Építési költségek	- 34 -
4.4.3. Fenntartási költségek.....	- 35 -
4.4.4. A részleges életciklus- költségek alakulása	- 35 -
4.5. A három esettanulmány összehasonlítása	- 37 -
5. A támaszközök hatásának vizsgálata	- 39 -
5.1. Szakaszos előretolással készülő ikerszekrényes gerendahíd.....	- 40 -
5.1.1. Erőtani méretezés	- 40 -
5.1.2. A részleges életciklus- költségek alakulása	- 41 -
5.2. Kéttámaszú konzolos lemezhid.....	- 43 -
5.2.1. Erőtani méretezés	- 43 -
5.2.2. A részleges életciklus- költségek alakulása	- 43 -
5.3. Állványon épített alul bordás gerendahíd.....	- 46 -
5.3.1. Erőtani méretezés	- 46 -
5.3.2. A részleges életciklus- költségek alakulása	- 47 -
6. Következtetések, összefoglalás	- 49 -
Hivatkozások.....	- 50 -

1. Bevezetés

1.1. A fenntarthatóság elve a tervezésben

Az építőmérnöki szerkezetek kiemelt méretű, fontosságú, költségű és élettartamú létesítmények, melyek egy adott funkciót töltenek be, kielégítve az aktuálisan fellépő igényeket. Annak érdekében, hogy feladatukat megfelelően ellássák már tervezésük során figyelembe kell venni a világban lejátszódó, hosszútávon meghatározó jelentőségű tendenciákat. Ennek megfelelően a 21. század tervezőmérnökének egy döntően új szemléletmódot kell elsajátítania, melynek kulcsgondolata a fenntarthatóság. Ez annak köszönhető, hogy a megrendelők igényei a korábbiakkal ellentétben nem korlátozódnak pusztán a termék (építőmérnöki szerkezet) funkcionális és gazdasági tulajdonságaira, de környezeti és szociális-kulturális faktorok is felmerülnek (1.). Ezeket a kritériumokat a társadalom egészére kiterjedő szemléletek: a fenntartható fejlődés, környezettudatosság fontossága is erősítik. A környezeti és társadalmi igények azonban sokszor többletköltségeket vonnak maguk után, így ellentétesek a gazdasági érdekekkel. Ennek az ellentmondásnak a feloldása, csökkentése részben szintén a tervezőmérnök feladata. A mérnöknek a szerkezet megtervezésekor, az optimális szerkezeti megoldások megkeresésén túl törekednie kell a minél gazdaságosabb kialakításra, úgy, hogy a megoldás ökológiai szempontból is kielégítő legyen.



1. ábra: A fenntartható szerkezetépítés alapelemei ([1] alapján)

Ennek az új igényrendszernek a hatására született meg az életciklus elvű tervezés, mely egységében kezeli a szerkezet megtervezését, építését, fenntartását, üzemeltetését és bontását, így a gazdasági, környezeti és társadalmi hatásokat is hosszú távon, összességében vizsgálja. Az új tervezési koncepción belül döntően két irány különíthető el: az egyik a tartósságot, a lehető leghosszabb használati időtartam elérését helyezi előtérbe, míg a másik megközelítés elemzi a szerkezetek költség-hatékonyságát és olyan tervezési irányelveket keres, amelyekkel a teljes használati élettartam, vagy egy meghatározott használati időtartam során fellépő életciklus-költség minimalizálható. Az hídépítés területén az első irány hatására kezdődött meg az ultranagy teljesítményű beton (Ultra- High Performance Concrete- UHPC) hidak építése Észak- és Nyugat- Európában, míg a második koncepció hívta életre a hidak életciklus- költség elemzé-

sét (Bridge Life Cycle Cost Analysis- BLCCA), mely főleg az Amerikai Egyesült Államokban és Kanadában elterjedt és dinamikusan fejlődő kutatási irány.

Az életciklus- költség elemzés a közlekedési hálózat létesítményei (útpályák, hidak) esetén különösen célravezető lehet, mivel ezeknek a szerkezeteknek folyamatosan magas színvonalú szolgáltatást kell nyújtaniuk és rendszeres fenntartási igényeik vannak. Az ilyen jellegű műtárgyak üzemeltetési, fenntartási költségei a teljes élettartamot tekintve akár meg is haladhatják a beruházási költségeket.

1.2. A kutatás célja

A fenntarthatóság elvét követve, jelen kutatás célja a nagy teljesítőképességű (NT) betonok alkalmazásával járó lehetséges előnyök vizsgálata betonhidak esetén.

Magának a kutatásnak a létjogosultságát bizonyítja az, hogy világszerte számos NT beton felszerkezetű hidat terveztek és építettek az elmúlt évtizedekben, melyek mindeddig beváltották a hozzájuk fűzött reményeket.

Annak érdekében, hogy átfogó képet kaphassunk a NT beton hidak nem csak erőtani, de esetleges gazdasági előnyeiről is, szükség van egy a költségek elemzésére alkalmas eljárásra. Mivel a NT beton szerkezetek egyik nagy előnye a tartósságuk, így célszerű eszköznek bizonyulhat az életciklus-költség elemzés, mely a szerkezetek teljes tervezett élettartama során fellépő költségeket vizsgálja.

A dolgozat első felében összefoglaljuk a nagy teljesítményű hidakkal és az életciklus költség-elemzéssel kapcsolatos általános elméleti ismereteket, majd a második felében saját elemzéseket végzünk.

Annak érdekében, hogy hiteles alapot nyújtsunk a költségek vizsgálatához, a valóságban megépült hídszerkezetek újratervezését végezzük el több lehetséges változatban, köztük NT betonból készült szerkezetként, majd végrehajtjuk ezek életciklus- költség elemzését. Végül az egyes esetek tapasztalatai alapján megfogalmazható általános megállapításokat foglaljuk össze.

2. A nagyteljesítményű hidakról és pályaszerkezeteikről

Nagy teljesítőképességű betonnak nevezzük azokat a betonokat, amelyek valamely, általában a környezeti hatásokkal szembeni ellenállás mértékét meghatározó tulajdonság tekintetében a környezeti hatásokkal szemben az átlagosnál nagyobb ellenállást mutatnak. Átlagosnál nagyobb teljesítőképességük egy vagy több tulajdonságuk fejlesztésével érhető el. Az alkalmazásukat szükségessé tevő kritikus követelmények vonatkozhatnak a bedolgozhatóságra, tömöríthetőségre, kezdeti vagy hosszú távú szilárdsági jellemzőkre, tartósságra, áteresztőképességre, hidratációs hőre, zsugorodásra stb. Ahhoz, hogy az átlagosnál jobb tulajdonságok kialakulhassanak a nagy teljesítményű szerkezetek betonszilárdsága általában minimum C50/60.

Az NT és NSZ beton használata a hídépítésben, Európában és Észak- Amerikában a 80-as évek óta jelentős, az első a témával foglalkozó nemzetközi konferenciát 1987-ben tartották. Kezdetben a kiemelkedő méretű hídépítések alkalmával használták NT és NSZ beton (mint például a Dániát és Svédországot összekötő Oresund szoros hídja esetén), de egyre támogatottabbá vált a kis- és közepes támaszközü hidaknál is. Jelenleg az Egyesült Államok, Kanada valamint Ausztrália hídjainak többsége NT betonból készül, felhasználva a folyamatos kutatások és fejlesztések eredményeit. Európában számos NT híd épült Németország és Franciaország területén.

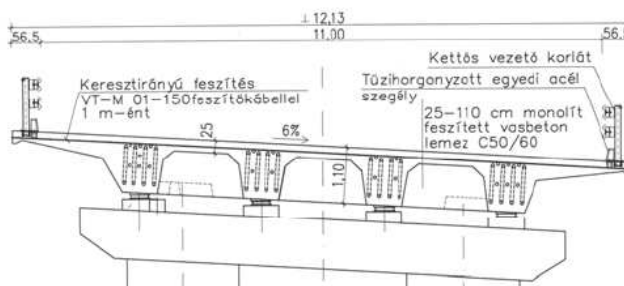
Kiemelkedő jelentősége van az NT betonból épült hidaknak a nagy forgalmi terhelésnek kitett közutak (gyorsforgalmi utak és autópályák) esetében. Ez annak köszönhető, hogy az ilyen műtárgyak nagymértékű terhelésnek vannak kitéve, ugyanakkor hosszú távon kell megfelelő színvonalú szolgáltatást nyújtaniuk, a lehetőségekhez mérten minimális fenntartási szükséglettel.



2. ábra: Közúti NT beton hidak: Hickman Road Bridge, Tennessee, USA és North Boulevard Bridge, Louisiana, USA (forrás: fhwa.org)

Hazánkban jelenleg egy, részben kísérleti és tapasztalati céllal épített közúti NT híd-

felszerkezet található, az M7 fölött a 6707 jelű összekötő utat átvezető S65 jelű 12 méter szélességű híd.



3. ábra: S65 jelű híd az M7 fölött (forrás:[11])

Nagy teljesítményű betonból készült híd-felszerkezetek építhetők szigetelés és burkolat nélkül is, ebben az esetben a tartószerkezet felső síkja egyben a burkolat kopórétege is, amely így közvetlen teherátadásnak, kopásnak, valamint sózásnak kitett. Ilyen szerkezetek tervezéséhez hazánkban jelenleg egy, a Magyar Útügyi Társaság által kiadott Tervezési Útmutató ([07]) nyújt segítséget.

A nagy teljesítményű hidak betonjával kapcsolatos követelmények vonatkozhatnak a szilárdságra, legnagyobb adalékanyag átmérőre, környezeti osztályra, fagyállóságra, vízzáróságra, kopásállóságra. A minimálisan teljesítendő kritériumok ([07] alapján):

C50/60-20 - XD3 – XF4 – XV3(H) – XK2(H)

Ezen minőségek jelentése:

- C50/60: szabványos nyomókísérletek alapján a henger illetve kocka alakú próbatestek nyomószilárdsága
- 20: 20 mm megengedett legnagyobb szemcseátmérő
- XD3: kloridok által okozott korrózió szempontjából váltakozva nedves és száraz, kloridokat tartalmazó oldatnak kitett környezet (útburkolatok)
- XF4: jégtelenítő anyagnak és fagyhatásnak egyidejűleg nagymértékben kitett útfelületek
- XV3(H): szabványos víznyomás esetén max. 20mm behatolás
- XK2: Gördülő igénybevétel okozta koptató hatásnak kitett

A pályalemez felső síkjának szerkezeti osztálya és betonfedése burkolat nélküli híd esetén:

Szerkezeti osztály alapértéke:	4 osztály
100 éves élettartam: +	2
Szilárdság > C45/55	-1
kiemelt minőség ellenőrzés	-1

4 osztály

A 4. osztályhoz tartozó alapérték:	45 mm	(XD3)
+	10 mm	(XK2)
+	5 mm	(utólagos érdesítés)
Betonfedés:	60 mm	

Mivel a burkolat koptatóhatásnak van kitéve, így kopását fokozottan figyelni kell és amennyiben a felületi egyenlőtlenség az üzemeltető által meghatározott érték alá csökken úgy, a hídra 4-5 cm aszfalt kopóréteg felhordása ajánlott.

A hidak erőtani tervezése során az adott szabványnak megfelelő erőtani követelményeket kell kielégíteni. Mind a korábban használatos Útügyi Műszaki Előírás, mind az Eurocode esetén döntően két féle követelménytípus jelentkezik: teherbírási és használhatósági követelmények. A teherbírási követelményeket a burkolat típusa nem változtatja, azonban a használhatósági követelményeket a szigetelés nélkül készülő esetben módosítani kell, mivel itt a felszerkezet a külső hatásoknak védelem nélkül, közvetlenül kitett.

A burkolat nélküli, nagy teljesítményű szerkezetekre az általános követelményeken felül, fokozott erőtani követelmények érvényesek melyek:

- a hatások EC szerinti **gyakori kombinációjából** a pályalemez felső síkjában nem keletkezik húzás (**dekompressziós állapot**)
- a hatások EC szerinti **karakterisztikus kombinációjából** a pályalemez felső síkjában nem keletkezik a húzófeszültséget (f_{ctm}) meghaladó húzás (**repedésmentességi követelmény**)

3. Az életciklus- költségelemzésről

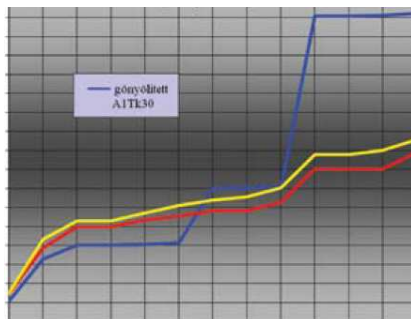
3.1. Az életciklus- költség elemzéssel kapcsolatos eddigi kutatások

A hazai kutatások elsősorban a különböző közúti pályaszerkezet-rendszerek életciklus- költségeinek becslésére szorítkoznak. Ez annak köszönhető, hogy az életciklus vizsgálat megfelelő támpontokat nyújthat a beton illetve aszfalt burkolatú pályaszerkezetek összehasonlításához.

A nagyobb építési költségű betonburkolatok jelenleg előírt tervezési élettartama 40 év (ÚT 2-3.211:2006), az aszfaltburkolatoké pedig 15-20 év. Az életciklus-költség elemzés kiemeli ezt a tartóssági különbséget és célravezető módja a tartósabb, de nagyobb beruházási költségű és a kisebb építési költségű, de gyakrabban cserélendő változat összehasonlításának.

Részint az elvégzett életciklus elemzések eredményeinek hatására született meg a döntés, hogy a 70-es évek óta először betonburkolatú útpálya épüljön, elsőként az M0 körgyűrű Keleti szektorának bővítése során majd az M31-es autóúton. Jelenleg folynak az M0 Déli szektorának bővítési munkálatai, az ezzel kapcsolatos előzetes kutatások során felmerült lehetséges rehabilitációs változatok kumulált költségeit mutatja be az 4. ábra, a sárga és piros szín két lehetséges betonburkolat típust, míg a kék az aszfaltburkolatú változatot jelöli. Az elemzés ([06]) ebben az esetben 30 éves időtávra készült.

Kutatások azt is kimutatták, hogy a betonburkolatok kedvező tartóssági tulajdonságai leginkább az R (rendkívül nehéz) forgalmi terhelési osztályba tartozó útszakaszokon előnyösek, amelyeken nagy tehergépkocsi forgalom várható, előre láthatólag növekvő intenzitással.



4. ábra: Aszfalt illetve két betonburkolat típus kumulált költségei 30 éves időtartamon (forrás: [06])

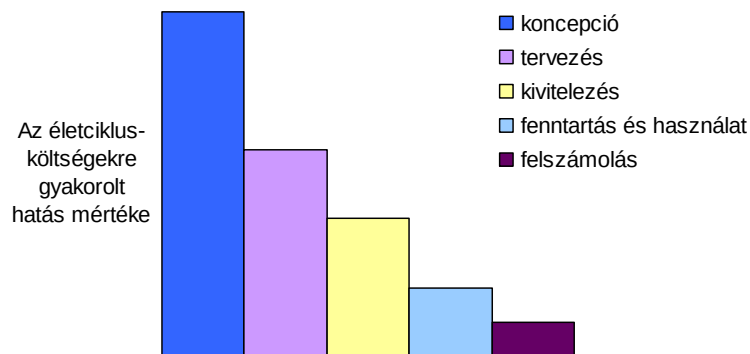
Hidak életciklus-költség vizsgálatához eddig nem készültek hazánkban tanulmányok, sem önmagukban, sem pedig pályaszerkezetekkel kapcsolatos vizsgálatok részeként.

A fenntartási stratégia optimalizálásának és a tartósság növelésének igénye természetesen már felmerült, az eddigi eredmények elsősorban kísérleti jellegűek. Magának a tendenciának megnyilvánulása például az M7 Ordacsehi- Balatonkeresztúr szakaszán az autópálya fölött vezető S65 jelű NT betonhíd, amely az elméleti megoldásokat alátámasztó gyakorlati tapasztalatszerzés és az NT betonok alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata céljából épült 2006-ban, kísérleti műtárgyként. Az M7 autóút S65 jelű hídján kívül betonburkolatú hidak épültek több helyen az országban. Ezek azonban nem egy egységes koncepciót követve, hanem egymástól elszigetelten készültek, egyedi problémák, körülmények (sokszor egyetlen) megoldási lehetőségeként (pl. MÁV vágányok feletti híd Budapest Márvány utca, 7. sz. út Budapest- Székesfehérvár vasútvonal feletti hídjá).

3.2. Az életciklus- költség elemzés alapelvei

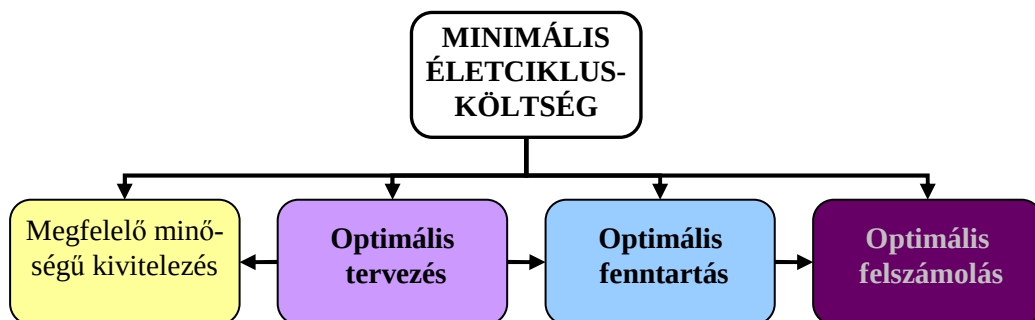
A tervezés folyamata döntések sorozatából áll, az életciklus- elemzés alapú tervezés végigköveti a szerkezet teljes élettartama, vagy annak egy része alatt a szerkezettel kapcsolatos üzemeltetési, fenntartási és javítási munkálatok egy lehetséges rendszerét, azok költségeit kiszámítja, egy adott időpontra diszkontálja, majd egyes paraméterek megváltoztatásával a legköltséghatékonyabb megoldást keresi meg. Az eddig zajlott nemzetközi kutatások döntően a szerkezet üzembe helyezése után szükséges beavatkozások idejének és módjának optimalizálására, a minél kisebb életciklus- költségek elérésére törekednek, azonban csak érintőlegesen foglalkoznak a szerkezeti kialakítás hatásával. A fellelhető számítások többségében szerkezeti kialakítást bemenő adatként és nem változtatható paraméterként kezelik.

A tervezés során meghozott döntések hatását az életciklus- költségek alakulására az 5. ábra szemlélteti. Látható, hogy a tervezési fázis döntései jelentősen befolyásolják a költségeket, így azok optimalizálásához a tervezés fázisát integrálni kell az életciklus- költség elemzésbe.



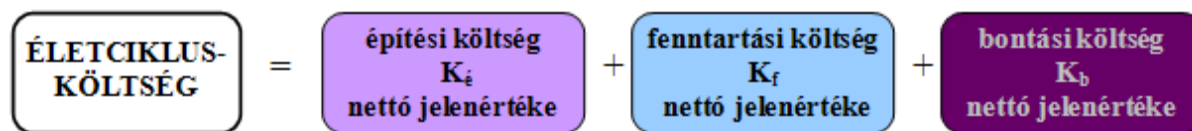
5. ábra: Az egyes folyamatok során hozott döntések életciklus- költségekre gyakorolt hatásának mértéke ([02] alapján)

Hidak életciklus költség elemzése nem terjed ki a forgalomtervezéssel kapcsolatos koncepcionális kérdésekre, tehát arra, hogy hova és milyen forgalmat lebonyolító híd szükséges. Az elemzés kiindulópontja egy adott helyszín, ahol adott követelményeknek megfelelő hidat kell tervezni, tehát az alapadatok és a kööttségek nem módosíthatóak. Az életciklus- költségek minimalizálásához a tervezés, a fenntartás és a felszámolás lépéseit kell optimalizálni. Az élettartam végén esedékes bontási költségek a tervezés időszakában nem előreláthatóak, becslésük nehézkes, ezért célszerű őket figyelmen kívül hagyni.



6. ábra: A minimális életciklus- költség összetevői ([02] alapján)

Az életciklus-költség elemzés egy lehetséges algoritmusát mutatja be az 8. ábra (a lépések részletes bemutatását ld. a következő fejezetben). Az elemzés egyik nehézségét az adja, hogy az általunk hozott döntések hatása sokszor szerteágazó következményekkel jár, például a károsodási hipotézis megválasztása a szükséges fenntartási feladatokon túl a bontáskori állapotra is hatással van. Az algoritmus egy lehetséges életciklus folyamatot vázol fel, amelyben a költségek jelenértékeinek összege adja az életciklus- költséget.



Az optimalizálás érdekében az algoritmust többször le kell futtatni, az egyes paraméterek változtatásával, iterálásával. Az, hogy az egyes paraméterek módosítása milyen hatással van a teljes életciklus- költségre, megfelelő számú algoritmus után statisztikailag felmérhető. További nehézséget jelent az, hogy az elemzésben feltételezett paraméterek mindegyike valószínűségi változó, így várható értéküket és szórásukat is meg kell határozni és figyelembe kell venni. Ez különösen fontos például a fenntartási költségek esetén (bővebben ld. - 15 -. oldalon), ahol a kis valószínűséggel bekövetkező, váratlan eseményekhez (földrengés, jármű szerkezetnek ütközése stb.) köthető költségek nagyon jelentősek lehetnek.

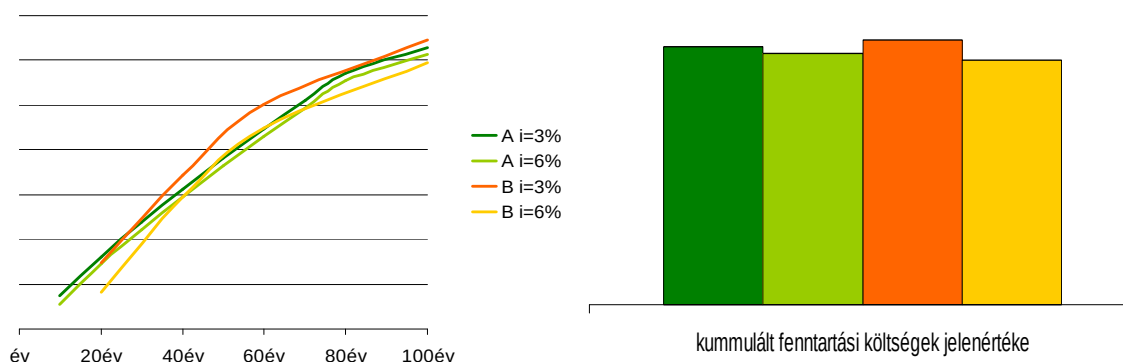
A nettó jelenérték számítása a kamatszámításnál megszokott diszkontálással történik, vonatkoztatási időpontnak általában az életciklus első évét, a szerkezet építésének kezdőévét tekintjük.

Egy az építés első éve után n évvel felmerülő K költség nettó jelenértéke (NPV- net present value) az építés első évére diszkontálva:

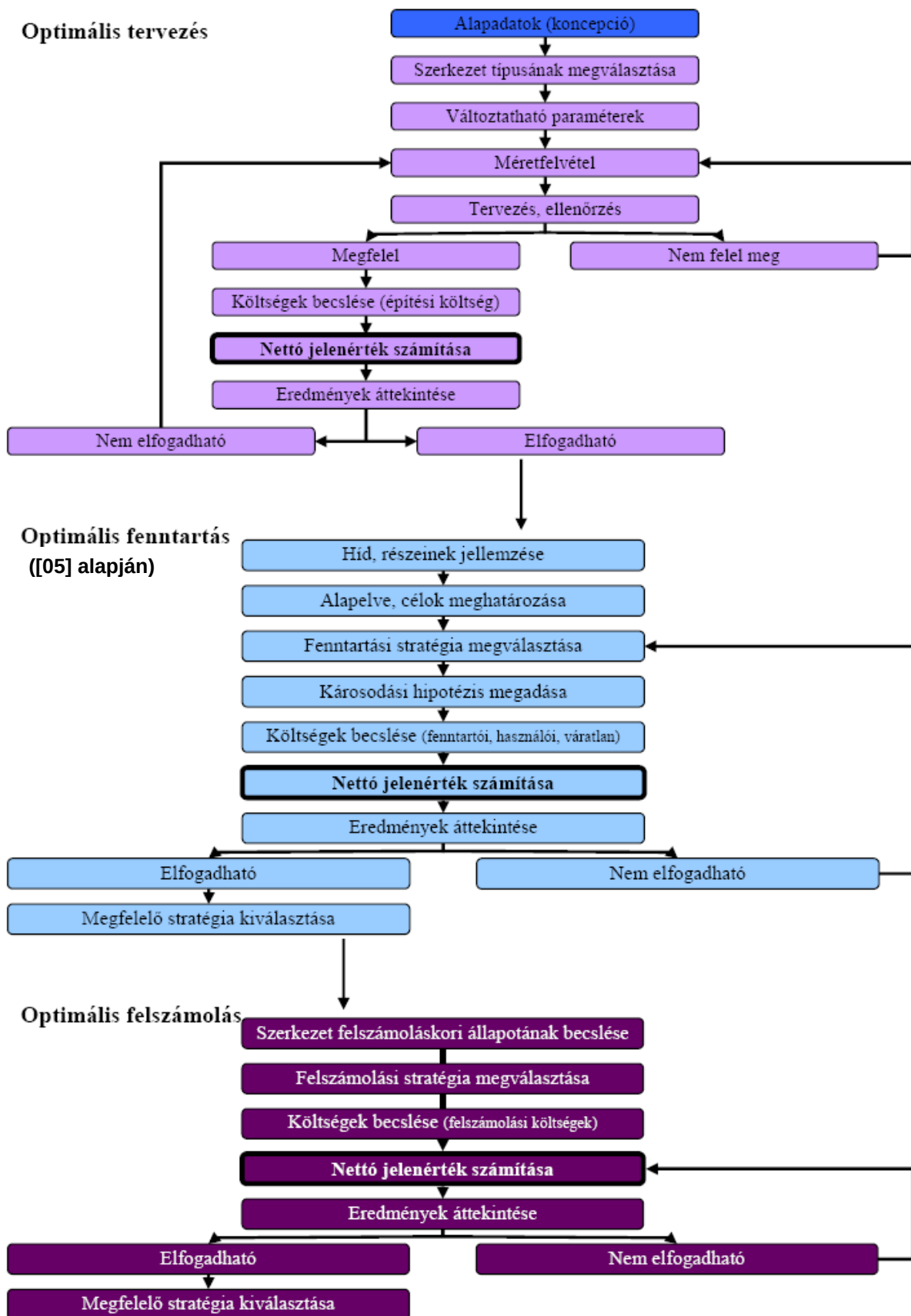
$$NPV = K(1/(1+i)^n)$$

A képletben szereplő i az inflációval terhelt diszkonttényező, melynek értékét 3-6% között szokásos felvenni. Az inflációt az $1+i$ összeg jelenti.

Természetesen a diszkonttényező is valószínűségi változó, értékének megválasztása jelentősen befolyásolja a költségek alakulását, különösen a rendszeres üzemeltetési költségek és felújítási költségek esetén. Előfordulhat, hogy egy fenntartási stratégia csak akkor gazdaságos, ha a diszkonttényező egy adott intervallumba esik. A 7. ábra A-val és B-vel jelölt fenntartási stratégiák kumulált költségeinek jelenértékét mutatja, 3% illetve 6% diszkonttényező mellett, 100 éves élettartam feltételezésével. A diagramokon látható, hogy míg $i=3\%$ esetén az A, addig $i=6\%$ esetén a B fenntartási stratégia a gazdaságosabb. Azonos nettó jelenérték ebben az esetben $i=4,11\%$ alkalmazásával kapható.



7. ábra: A és B fenntartási stratégiák kumulált költségeinek diszkontált értéke $i=3\%$ és $i=6\%$ esetén



8. ábra: Az életciklus elemzés lépései

3.2.1. Az optimális tervezés

Az tervezés kiindulási adatait, a konkrét igényeket a megrendelő határozza meg. A szerkezet típusának megválasztása az esetek nagy részében azonban már a tervezők feladata. A megfelelő szerkezeti kialakítást a környezeti adottságok, a felmerülő követelmények (funkcionális, gazdasági, szociális és környezeti tényezők), az elérhető erőforrások, a tervező cég és a potenciális kivitelező tapasztalata határozza meg. A szerkezet szempontjából lényeges paraméterek (geometria, anyagminőségek, betonhidaknál feszítés és vasalás mértéke stb.) a szerkezeti kialakítás következményei, ezek azok a tényezők, amelyek változtatásával a tervezés optimalizálható. Esetünkben az optimalizálás első sorban a burkolattípus megválasztásával történik. Maga a méretezés és a szerkezet ellenőrzése a hatályos szabványok alapján történik. A teljesítendő követelmények természetesen nagyban függnek a szerkezettől. A szokványos szerkezeteknél ezek a követelmények adottak, míg a speciális rendszerek (pl. burkolat és szigetelés nélkül készülő hidak) ellenőrzésekor a kielégítendő feltételeket is meg kell határozni. Szerencsére az új megoldások szabványba illesztése az Eurocode esetén jelentősen egyszerűbb, mint a korábban használt Magyar Szabványban. Az építési költségek (ld. 3.3.1 fejezetben) számítását és diszkontálását követően fontos a kapott eredmények áttekintése. Amennyiben irrelevánsan magas költségek keletkeznek, akkor célszerű a bemenő paraméterek megváltoztatása.

3.2.2. Az optimális fenntartás

A tervezés fázisát követően megfelelő adatokat kapunk a híd egyes elemeiről, melyek tulajdonságait rögzítenünk kell. A fenntartási költségek elemzésének műveleteit a 8. ábra alapján végezzük el. A optimalizálás első lépéseként meg kell határoznunk az elemzés célját és alapelvét, ezen belül ki kell választanunk a vizsgálandó elemeket. Ez követően a folyamat kulcsfontosságú lépéseként megválasztjuk a fenntartási stratégiát. A stratégia tartalmazza az egyes elemek, hídszerkezeti részek javításával, cseréjével kapcsolatos lépéseket, ezek gyakoriságát, melyek nagyban függnek a szerkezet típusától valamint az általunk felvett állagromlási, károsodási hipotézistől (bővebben: ld. 3.3.2 fejezetben). A folyamatok és gyakoriságuk mérlegelését követően a belőlük származó költségeket a tervezéskor meghatározott költségekhez hasonlóan diszkontáljuk, majd a kapott eredményt elemezzük. Amennyiben az eredmény nem elfogadható, úgy a fenntartási stratégia módosításával lehetséges a költségek csökkentése. Az algoritmus eredménye a tervezésben meghatározott szerkezethez tartozó, minimális fenntartási költségű fenntartási műveletrendszer.

Annak érdekében, hogy a fenntartási és építési költségek összegét ($K_e + K_f$) optimalizáljuk, ebben a helyzetben szükséges a tervezési és fenntartási költség-elemzés algoritmusának ismételt végrehajtása úgy, hogy a tervezés elején a szerkezet típusát vagy annak néhány paraméterét megváltoztatunk.

Amennyiben a teljes életciklus költség ($K_e + K_f + K_b$) számítása és optimalizálása a cél, akkor az optimális felszámolás számítási műveleteit is elvégezzük, és csak ezután indítjuk újra az életciklus-költség elemzést egy új szerkezettípussal vagy paraméterkombinációval.

3.2.3. Az optimális felszámolás

A felszámolás/ bontás költsége az életciklus-költség elemzésben kevésbé jelentős tétel, mint az építés, illetve fenntartás költségei. A 100 éves élettartam végén fennálló helyzet megjóslása is nagy bizonytalanságú. Azonban érdemes magukat a megoldási lehetőségeket, a szóba jöhető stratégiákat áttekinteni. Nagy hangsúly kerülhet az anyagok, szerkezeti részek újrahasznosításának lehetőségére is. A szerkezet megmaradó értékét, vagy az esetleges megnövelt időtartalmú használati potenciált ebben az esetben negatív költségként célszerű figyelembe venni.

3.3. Az életciklus során felmerülő költségek

A korábbiakban már láthattuk, hogy az életciklus során döntően három költségcsoport lép fel:

- Építési költségek
- Fenntartási költségek
- Felszámolási (bontási) költségek

3.3.1. Építési költségek

A beruházási költségek a megrendelőt terhelik, ezen belül elkülöníthetünk tervezési és kivitelezési költségeket. Az életciklus elemzés során első sorban a kivitelezés költségei játszanak szerepet, melyek a következők:

- alapozás, felmenő szerkezet és felszerkezet építésének költsége
- földmunkák költsége
- burkolat, tartozékok építésének költsége
- környezet rehabilitációjának költsége

Természetesen a fenti költségek az építés módjától, a helyszíntől, egyéb körülményektől nagymértékben függenek. Előzetes becslések alkalmával közúti betonhidak esetén építési költségként 200-300.000 Ft/m² árral lehet kalkulálni.

3.3.2. Fenntartási költségek

A jelenleg használatban lévő életciklus- költség elemzési segédletek célja első sorban a fenntartási költségek minimalizálása.

Döntően három féle fenntartási költség csoport különíthetünk el:

- üzemeltetői költségek,
- használói költségek
- váratlan költségek

Az üzemeltető költségeit a rendszeres vizsgálatok, karbantartás, a nagyobb felújítások, átépítések költségei adják. Ezek számításához nélkülözhetetlen az adott szerkezet típus lehetséges hibaforrásainak ismerete. Hidak esetén ez az alapozás, a felmenő szerkezet, a felszerkezet, a pályaburkolat, valamint a tartozékok lehetséges hiányosságait vagy elégtelenségét jelenti. Mivel a dolgozat beton híd-felszerkezetek vizsgálatára irányul, így részletesen csak a vasbeton és feszített beton felszerkezetekhez köthető hibákat és a Magyarországon számottevő mennyiségben alkalmazott burkolattípusokhoz tartozó fenntartási műveleteket tekintjük át (ld. 1. táblázat, 2. táblázat).

Beton	nem megfelelő bedolgozás mechanikai sérülések repedések mállás átnedvesedés nem megfelelő betonfedés karbonátosodás kloridion behatolás
Betonacél és feszítés	betonacél korrózió feszítőpázmák korróziója kábelcsatornák korróziója lehorgonyzások korróziója külső feszítés védőcsővének sérülése kábelcső nem megfelelő kiinjektálása

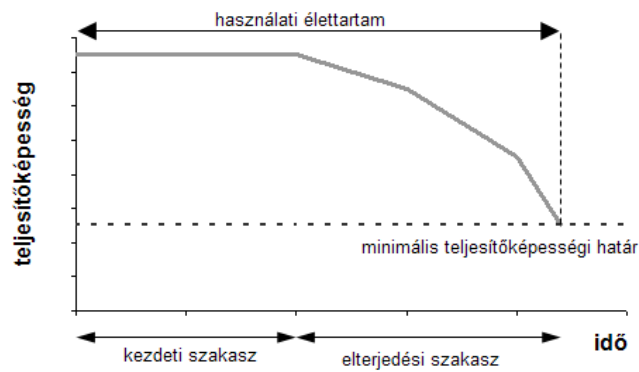
1. táblázat: Beton felszerkezetek lehetséges hibái ([3] alapján)

Aszfaltburkolat	hézagok kiöntése kátyúk megszüntetése csúszás ellenállás helyreállítása kopóréteg cseréje kötőréteg cseréje pályaszerkezet cseréje
Hézagaiban vasalt betonburkolat	hézagok tömítőanyagának pótlása tömítőanyag cseréje vadrepedések kezelése sérült tábla cseréje csúszás ellenállás helyreállítása pályaszerkezet cseréje

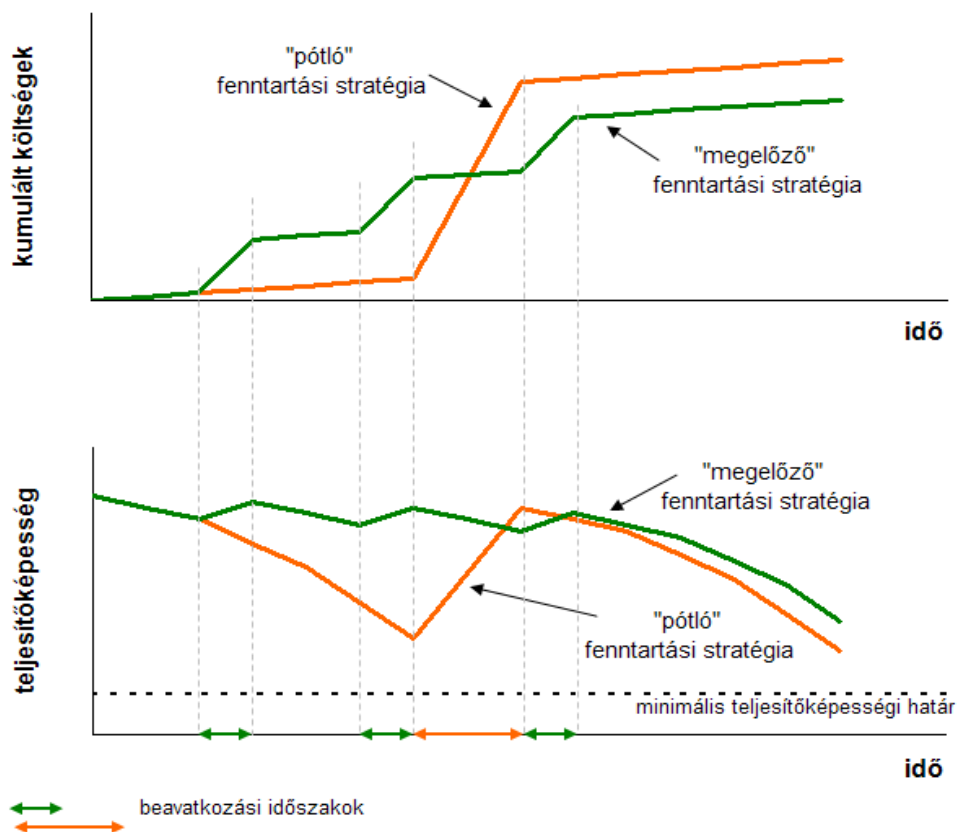
2. táblázat: Aszfaltburkolat és hézagaiban vasalt betonburkolat fenntartási műveletei ([3] alapján)

A szerkezet, vagy egyes részeinek állapotromlását adott károsodási hipotézis alapján lehet nyomon követni. A károsodási hipotézis felvételével az állapotromlás várható tendenciáját, sebességét becsüljük meg. Az állapotromlások lehetnek gyorsuló tendenciájúak, mint például a kloridion behatolás hatására bekövetkező betonacél korrózió, de közel állandó sebességgel lezajlóak is. A szerkezet vagy szerkezeti elem mindaddig képes ellátni feladatát, amíg teljesítőképessége egy adott műszakilag egyértelműen definiálható szolgáltatási szint alá nem csökken, ennek a használhatósági határnak az elérése jelenti a használati időtartam végét. A használhatósági határnak az elérése természetesen hamarabb bekövetkezik, mint a tönkremenetel. Az már említett betonacél korrózió lefolyását mutatja a 9. ábra.

A fenntartások illetve javítások elsődleges feladata a használati időtartam meghosszabbítása. A fenntartási munkálatok lehetnek megelőző, illetve pótló jellegűek. Az első esetben rendszeresen végzett kisebb felújítások, a második esetben pedig ritkábban végzett nagyobb volumenű beavatkozások (rekonstrukciók) biztosítják a hosszabb élettartamot. A két stratégia esetén a teljesítőképesség és a kumulált relatív költségek időbeli alakulását a 10. mutatja. Kijelenthető, hogy megelőző jellegű beavatkozásokkal jobb átlagos minőség érhető el, valamint az esetek nagy részében költséghatékonyabb is ez a stratégia. Az is mérlegelendő, hogy melyik esetben jelentősebb a beavatkozások (lezárások) miatti megnövekedett baleseti kockázatokból adódó használói többletköltség.



9. ábra: Gyorsuló tendenciájú állapotromlás (betonacél korrózió, [4] alapján)



10. ábra: A kumulált fenntartási költségek és a teljesítőképesség alakulása „pótló” és „megelőző” jellegű fenntartási stratégiák esetén ([01] alapján)

A használói költségek (autópályák esetén a gépjárművezetők költségei) első sorban a felújítások, részleges lezárások során fellépő késedelmi költségekből, illetve a forgalmi rend változásából adódó megnövekedett baleseti kockázat költségeiből adódnak. A harmadik költségcsoportot, az előre nem jósolható jelenségek (földrengés, árvíz, jármű- jármű, jármű- szerkezet ütközés) költségei adják, melyek egyaránt terhelhetik az üzemeltetőt és a használót.

3.3.3. Felszámolási (bontási) költségek

Az élettartam végén felmerülő költségek legnagyobb része az üzemeltetőt terheli, de az esetleges forgalmi zavarok miatt a használói oldalon is keletkezhetnek költségek.

Általános esetben az alábbi tételek jelentkeznek:

- felszerkezet bontásának költségei
- alépítmény bontásának költségei
- elbontott anyagok elszállításának, tárolásának, megsemmisítésének költségei
- részleges vagy teljes újrahasznosítás költségei (a visszanyert vagy maradó értéket negatív költségként kezelendő)
- környezet helyreállításának költségei

Amennyiben a bontandó műtárgy helyére új híd készül, a fenti tételek egy része (pl. teljes alépítmény bontása, környezet eredeti állapotba való helyreállítása) csökkenhet, vagy el is maradhat.

4. Esettanulmányok

4.1. A részleges életciklus-elemzés és a benne szereplő költségek

A továbbiakban három megépült híd felszerkezetének részleges életciklus-költség elemzése következik. A kiválasztott szerkezetek alapvetően eltérő keresztmetszetűek (tömör lemez, nyitott gerenda, szekrény), így a kialakítás hatását is vizsgálni tudjuk.

Az esettanulmányok hídjait és fontosabb tulajdonságaikat az 3. táblázat mutatja.

Az általunk követett alapkoncepció mindhárom esetben az, hogy elvégezzük a vizsgálandó híd erőtani méretezését mind szigeteléssel és aszfaltburkolattal illetve betonburkolattal készülő szerkezetként, mind pedig részben vagy egészben nagy teljesítményű (NT) betonból készülő, vízszigetelés nélküli szerkezetként. A szigetelés és burkolat nélküli NT változatok mind-egyikében a 2. fejezetnek megfelelő minőségű, C50/60 szilárdságú szerkezetet tervezünk, a pályalemez felső síkjában 6 cm betonfedéssel.

A különböző változatok statikai számításának kettős célja van:

- bebizonyítani, hogy a szokásos számítás néhány szükséges kiegészítéssel alkalmazható NT pályalemezzel készülő hidak esetén is
- megfelelő alapot nyújtani az életciklus- költség elemzéshez

Fontos kiemelni, hogy jelen dolgozat célja első sorban a NT beton burkolat és szigetelés nélküli készülő híd-felszerkezetekben való használatának gazdasági szempontból kedvező voltát vizsgálni, nem pedig hidak teljes életciklusának konkrét költségeit meghatározni. A további vizsgálatokban ezért nem teljes, mindent figyelembe vevő, hanem egy céljainknak megfelelő részleges életciklus elemzést végzünk. Az elemzésben figyelembe vett költségek ennek megfelelően:

- **felszerkezet építési költségei**
- **burkolatokkal kapcsolatos fenntartási költségek.**

Ennek lényeges következménye, hogy a figyelmen kívül hagyott tételek miatt az elemzésekben szereplő költségek nem használhatóak közvetlenül költségvetések készítésére, valamint az, hogy az eredményül kapott költségek arányai is csupán közelítik a valóságot.

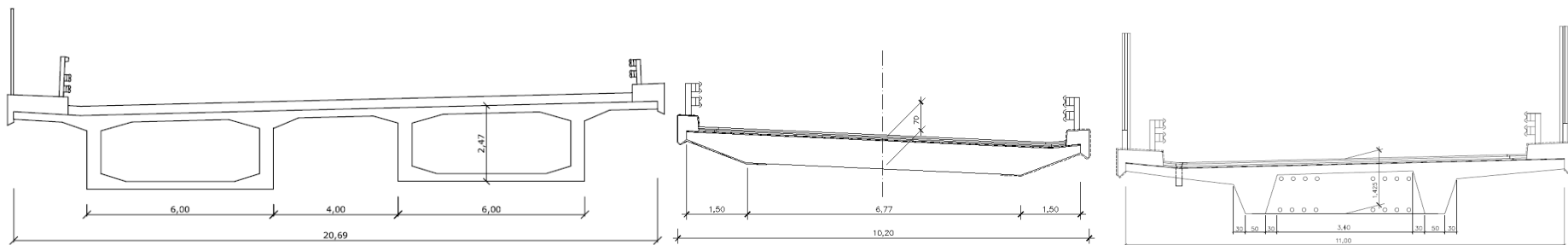
Az 4. és 5. fejezetben használt egységnyi anyagmennyiségekre vonatkozó árakat és költségeket konzulenseim, valamint a Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő zRt., az Állami Autópálya Kezelő zRt., és a Colas Hungária zRt. munkatársainak tanácsa, segítségével alapján vettem fel.

A szigetelés és burkolat nélküli változatoknál alkalmazott NT beton árát az általánosan használt beton egységárának kétszeresére becsüljük..

név	szerkezet				átvezetett útpálya		helyszín	tervezés		átadás éve
	hossza	km. szélessége	típusa	keresztmetszet kialakítása	szélesség	megépül burkolat		éve	szabvány	
M0 autóút Dulácska völgyhíd	5 x 36 m = 180 m	20,69 m	többtámaszú, utófeszített vasbeton gerendahíd	ikerszekrényes km.	18 m	hézagaiban vasalt beton	M0 autóút Déli-szektor	2006 2011*	ÚT EC*	2012
2112. jelű út Vadaskerti út feletti felüljáró	10 m	10,9 m	egynyílású tömör, monolit vasbeton lemez	tömör, széleken csökkenő vastagságú lemez	9 m	aszfalt	Salgótarján 2112. jelű út	2005	ÚT	2008
2112. jelű út Móricz Zsigmond út feletti felüljáró	24 m + 3 x 30 m + 24 m = 138 m	11,4 m	többtámaszú, külső kábelekkal utófeszített vasbeton gerendahíd	nyitott alul bordás lemez	9 m	aszfalt	Salgótarján 2112. jelű út	2005	ÚT	2008

*a Dulácska völgyhíd eredeti tervei 2006-ban készültek ÚT szerint, míg a [13] diplomamunka 2011-ben készült EC szerint

3. táblázat: A vizsgált hidak és főbb tulajdonságaik



11. ábra: A vizsgált hidak általános keresztmetszetei
(balról jobbra: Dulácska völgyhíd, Vadaskerti út feletti felüljáró, Móricz Zs. út feletti felüljáró)

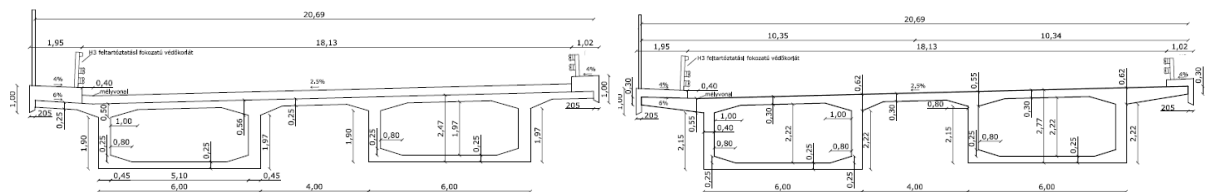
4.2. Az M0 autóút Dulácska völgyhídjának részleges életciklus-költség elemzése

A Dulácska völgyhíd az M0 autóút Déli- szektorán található Törökbálint közelében. A szektor bővítése során a meglévő pályát 2x3 forgalmi sáv+leállósávra szélesítik, a burkolat a pályán és így a hídon a beruházó kérésére 26cm vastagságú hézagaiban vasalt betonburkolat. A költségelemzést hagyományos háromrétegű aszfaltburkolat alkalmazásával is elvégezzük, mivel a jelenlegi magyarországi gyakorlat szerint ez jelenti a betonburkolatok egyetlen alternatíváját.

A felszerkezet ikerszekrényes keresztmetszetű, többtámaszú, 5x 36 m=180m támaszközü utó-feszített vasbeton híd.

A [13] diplomamunkában két felszerkezet változat számítása szerepel:

- burkolattal készülő utófeszített vasbeton (betonburkolattal, illetve aszfaltburkolattal)
- szigetelés és burkolat nélkül, NT pályalemezzel készülő utófeszített vasbeton



12. ábra: A két felszerkezeti változat

A híd építési módja szakaszos előretolás, ennek megfelelően a feszítés részint centrikusan vezetett, cementhabarccsal kiinjektált kábelekkel, részint pedig poligonálisan vezetett szabadkábelekkel történik. A burkolat és szigetelés nélküli változat esetén erőtani okokból (ld.2. fejezet) keresztirányú feszítés alkalmazására is sor kerül. Mivel ebben a kialakításban a tartószerkezet felső síkja a kopóréteg, ezért a pályalemez NT betonból készül, a szekrény oldalfalai, valamint alsó lemeze azonban nem.

A két változat különbsége első sorban a feszítésben, különböző betonok alkalmazásában, illetve az életciklus során fellépő költségekben jelentkezik.

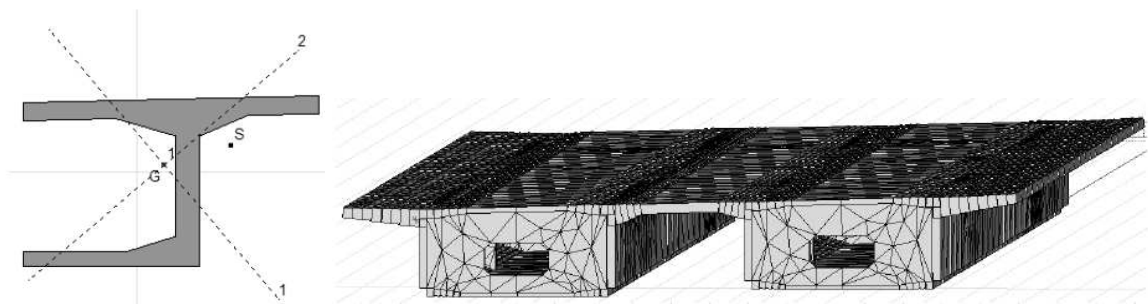
4.2.1. A híd erőtani tervezése

A Dulácska völgyhíd burkolattal készülő változatainak közelítő, valamint a NT pályalemezzel készülő változat részletes erőtani számítását a [13] diplomamunka tartalmazza.

A híd tervezése során három tervezési állapotot vizsgálunk:

- 1) építési állapot
- 2) a használat kezdete (t=100 nap)
- 3) végleges állapot (t=100 év) (csak a részletes vizsgálatban)

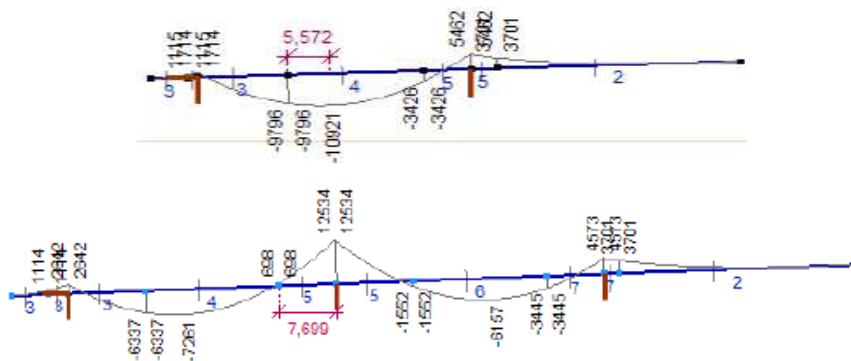
Mindhárom tervezési állapotban gerendamodell alkalmazásával hosszirányú vizsgálat készül, amelyet az NT pályalemezzel készülő változat esetén a keresztirányú feszítés vizsgálatára hégmodell egészít ki (13. ábra).



13. ábra: Az NT változat hosszirányú vizsgálatához készült gerendamodellben alkalmazott keresztmetszet, valamint a keresztirányú vizsgálat héjmodellje

4.2.1.1. Az építési állapot

A híd szakaszos előretolással készül, melyet 9 m, illetve 18 m hosszú zömök centrális kábelekkel történő összefeszítésével végeznek. A centrális kábelek kiinjektált tapadóbetétes kábelek, melyek követik a betonszerkezet alakváltozásait. A betoláshoz 32 m hosszúságú betolócsőrt alkalmazunk (ez megegyezik a valóságban megépült hídnál alkalmazott betolócsőr méretével). A betolócsőr optimalizált hossza lehetővé teszi, hogy a betolás során a támaszok felett keletkező mértékadó negatív konzolnyomaték értéke közelítőleg azonos legyen a maximális pozitív mezőnyomatékkal.



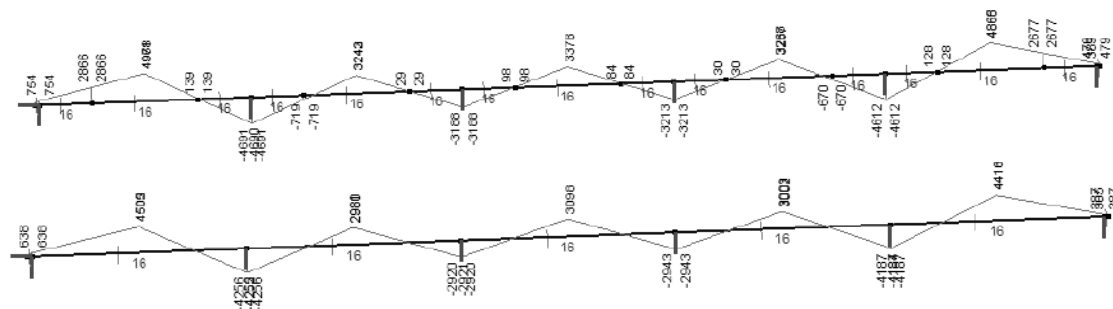
14. ábra: Mértékadó mezőnyomaték és konzolnyomaték a betolás során (szigetelés és burkolat nélküli NT változat)

Az építési állapotban kielégítendő meghatározó erőtani követelmények:

- a burkolattal és szigeteléssel készülő változatok esetén:
 - a. karakterisztikus kombinációban a keresztmetszetben ébredő maximális húzófeszültség $\leq 0.5 f_{ctm}$ (konzulenseim tanácsára)
- a burkolat és szigetelés nélküli NT pályalemezzel készülő változat esetén:
 - a. karakterisztikus kombinációban a keresztmetszetben ébredő maximális húzófeszültség $\leq 0.5 f_{ctm}$ (konzulenseim tanácsára)
 - b. gyakori kombinációban a pályalemez felső síkjában nem ébred húzás (ld. 2. fejezetben a burkolat és szigetelés nélküli NT hidak esetén alkalmazandó kritériumokat)

4.2.1.2. A használat kezdete és a végleges állapot

A használat kezdetén a burkolattal készülő változatokra felkerül a burkolat és mindhárom változat esetén valamennyi hídtartozék (szegélyek, korlátok, zajvédő fal). Ugyanekkor a hasznos teher (1. terhelési osztály jelű teher) hatásának ellensúlyozására poligonálisan vezetett szabadkábeleket alkalmazunk, melyek a szekrény belsejében, a keresztmetszeten kívül helyezkednek el. A 100 napos és 100 éves állapot közti fő különbség az, hogy a használat végére a beton lassú alakváltozása és vele a kábelek feszítési veszteségei eléri maximális értéküket. Természetesen valamennyi, hidaknál előírt teherbírasi és használhatósági követelménynek teljesülnie kell, az élettartam végének szélsőséges helyzetében is.



15. ábra: Szabadkábeles feszítés egyenértékű terhebből származó nyomatók a használat kezdetén és végleges állapotban

A burkolattal készülő változatok használhatósági határállapotokhoz köthető követelményei megegyeznek a tapadóbetétes feszítőbetéteket is tartalmazó vasbeton hidak szokásos követelményeivel, a burkolat nélküli NT változatnál pedig ismételten a 2. fejezetben leírt követelménypár a meghatározó.

Szintén ezeket a követelményeket figyelembe véve az NT pályalemez keresztirányú feszítésére is sor került.

		Darabszám fél szekrényben		Egy teljes keresztmetszetben
Centrikus belső kábelek	Pályalemezben	15 pászmás	3 db	12 db
	Szekrény alsó lemezében	15 pászmás	2 db	8 db
		7 pászmás	0 db	0 db
Szabadon vezetett külső kábelek		4x4=16 pászmás	2 db	8db

		Darabszám fél szekrényben		Egy teljes keresztmetszetben
Centrikus belső kábelek	Pályalemezben	15 pászmás	5 db	20 db
	Szekrény alsó lemezében	15 pászmás	2 db	8 db
		7 pászmás	1 db	4 db
Szabadon vezetett külső kábelek		4x4=16 pászmás	2 db	8db
Keresztirányú belső kábelek	Pályalemezben	4 pászmás	75 cm-enként	240 db a teljes hídon

4. táblázat: Feszítőkábel mennyiségek burkolattal készülő valamint burkolat és szigetelés nélküli NT pályalemezzel készülő felszerkezeti változat esetén

4.2.2. Építési költségek

Csak a felszerkezetekhez kötődő költségeket vizsgáljuk. Az alapozások, felmenő szerkezetek építési költségeit változatok esetén azonosnak feltételezzük, az összehasonlításban ezek nem szerepelnek.

A figyelembe vett költségek: tartószerkezeti elemek, burkolat, szegély, korlátok, zajvédő fal, szigetelés és sóvédelmi bevonatok.

Az aszfaltburkolat rétegrendje:

- 4 cm kopóréteg
- 6 cm kötőréteg
- 4 cm védőréteg
- 1 cm szigetelés.

A betonburkolat 26 cm hézagaiban vasalt burkolatot jelent.

Az egyes tételek esetén az egy keresztmetszetben található anyagmennyiséget szorozzuk a híd 181,4m-es hosszával, így a teljes hídra vonatkozó mennyiséget kapjuk, amelyet az egységárral szorozva az adott tételből származó teljes költség állapítható meg. A számítások során azt feltételezzük, hogy a fenntartásra évről évre az inflációval arányosan nagyobb költségráfordítás történik, így a jelenérték számítás nem szükséges.

Aszfalt burkolattal készülő változat

	Mennyiség					Költség		Összesen
	Keresztmetszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	
Tartószerkezeti elemek								
Feszítőkábel	0,49	t	181,4	m	89,71	t	1 000 000 Ft/t	89,71 MFt
Vasbeton	13,25	m ²	181,4	m	2403,55	m ³	150 000 Ft/m ³	360,53 MFt
Aszfalt burkolat								
RMA szigetelés	18	m	181,4	m	3265,2	m ²	10 000 Ft/m ²	32,65 MFt
4 cm kopóréteg	0,72	m ²	181,4	m	130,608	m ³	65 000 Ft/m ³	8,49 MFt
6 cm kötőréteg	1,08	m ²	181,4	m	195,912	m ³	47 000 Ft/m ³	9,21 MFt
4 cm védőréteg	0,72	m ²	181,4	m	130,608	m ³	175 000 Ft/m ³	22,86 MFt
Tartozékok								
Szegély	1,3	m ²	181,4	m	235,82	m ³	50 000 Ft/m ³	11,79 MFt
BV bevonat	13	m	181,4	m	2358,2	m ²	7 000 Ft/m ²	16,51 MFt
Biztonsági korlát	2		181,4	m	362,8	m	45 000 Ft/m	16,33 MFt
Zajvédő fal	1		181,4	m	181,4	m	50 000 Ft/m	9,07 MFt
								577,14 MFt

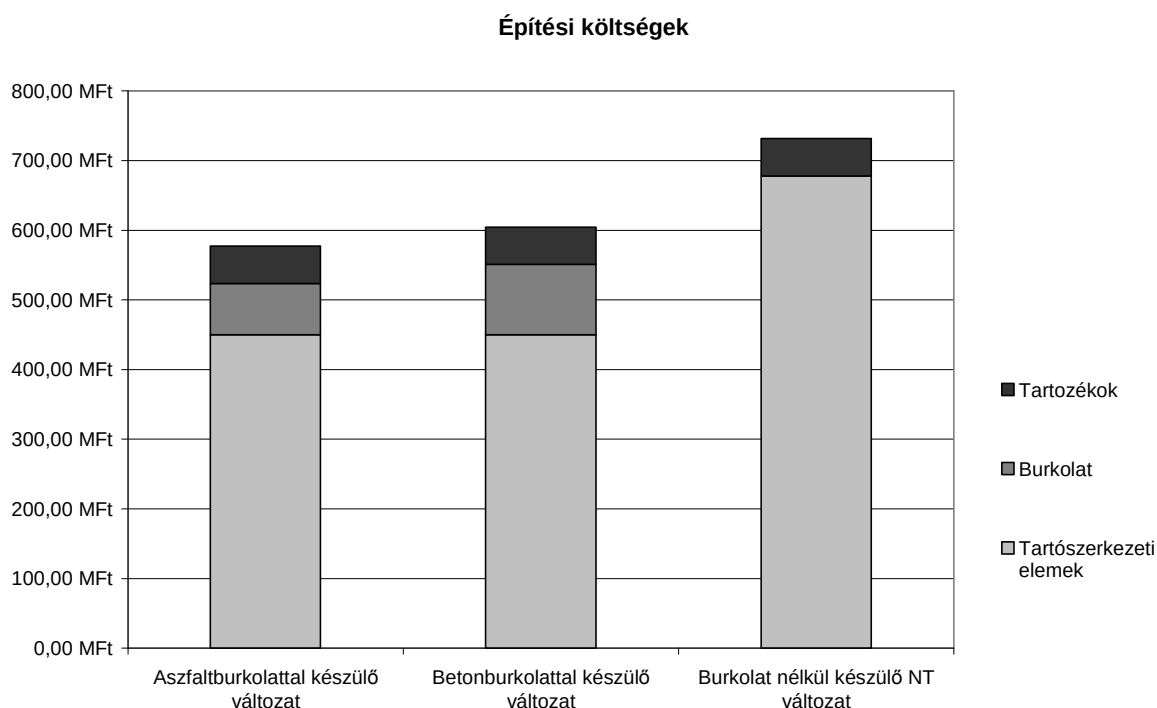
Beton burkolattal készülő változat

	Mennyiség					Költség		Összesen
	Keresztmetszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	
Tartószerkezeti elemek								
Feszítőkábel	0,49	t	181,4	m	89,71	t	1 000 000 Ft/t	89,71 MFt
Vasbeton	13,25	m ²	181,4	m	2403,55	m ³	150 000 Ft/m ³	360,53 MFt
Beton burkolat								
RMA szigetelés	18	m	181,4	m	3265,2	m ²	10 000 Ft/m ²	32,65 MFt
építése	5,4	m ²	181,4	m	979,56	m ³	65 000 Ft/m ³	63,67 MFt
érdesítése	18	m	181,4	m	3265,2	m ²	300 Ft/m ²	0,98 MFt
hézagkiöntés	18	m/3m	181,4	m	1088,40	m	3 000 Ft/m	3,27 MFt
Tartozékok								
Szegély	1,3	m ²	181,4	m	235,82	m ³	50 000 Ft/m ³	11,79 MFt
BV bevonat	13	m	181,4	m	2358,20	m ²	7 000 Ft/m ²	16,51 MFt
Biztonsági korlát	2		181,4	m	362,80	m	45 000 Ft/m	16,33 MFt
Zajvédő fal	1		181,4	m	181,40	m	50 000 Ft/m	9,07 MFt
								604,51 MFt

Burkolat nélkül készülő NT változat

	Mennyiség					Költség		Összesen
	Keresztmetszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	
Tartószerkezeti elemek								
Feszítőkábel	0,74	t	181,4	m	134,64	t	1 000 000 Ft/t	134,64 MFt
Vasbeton								
szekrény	6,3	m ²	181,4	m	1142,82	m ³	150 000 Ft/m ³	171,42 MFt
pályalemez	8,2	m ²	181,4	m	1487,48	m ³	250 000 Ft/m ³	371,87 MFt
Tartozékok								
Szegély	1,3	m ²	181,4	m	235,82	m ³	50 000 Ft/m ³	11,79 MFt
BV bevonat	13	m	181,4	m	2358,20	m ²	7 000 Ft/m ²	16,51 MFt
Biztonsági korlát	2		181,4	m	362,80	m	45 000 Ft/m	16,33 MFt
Zajvédő fal	1		181,4	m	181,40	m	50 000 Ft/m	9,07 MFt
								731,63 MFt

5. táblázat: A felszerkezet építési költségei aszfaltburkolattal, illetve betonburkolattal készülő, valamint szigetelés és burkolat nélküli NT pályalemezzel készülő felszerkezet esetén



16. ábra: A változatok építési költségei, és a különböző tételek megoszlása

4.2.3. Fenntartási költségek

A szakirodalmi adatok illetve a kivitelezőkkel folytatott konzultációk alapján az aszfaltburkolatok élettartama 15 évre, míg a betonburkolat élettartama 30-40 évre tehető, utóbbi esetén az elemzésben 35 évvel számolunk. A hidak tervezett élettartama 100 év, így aszfaltburkolat esetén 6, míg betonburkolatnál 2 burkolatcserével számolhatunk. A csere során a burkolatot, a szegélyeket tartozékaikkal elbontjuk, újra szigeteljük a híd pályalemezét, majd új szegélyeket és burkolatot helyezünk a hídra. A csere során többlet költség adódhat abból is, hogy a hidat részlegesen le kell zárni a forgalom elől, azonban ettől most eltekintünk.

[illegible]

A burkolat egyszeri cseréjéből adódó költségek Beton Burkolat		Mennyiség						Költség	
		K.metszet	E.gység	Hossz	E.gység	Teljes	Egység	Egységár	Egység
	bontása	5,4	m^2	181,4	m	979,56	m^3	45 000 Ft/m^3	44,08 MFt
	építése	5,4	m^2	181,4	m	979,56	m^3	65 000 Ft/m^3	63,67 MFt
	érdesítése	18	m	181,4	m	3265,20	m^2	300 Ft/m^2	0,98 MFt
Burkolat cseréje:									108,73 MFt

Tartozékok								
Szegély	1,3	m^2	181,4	m	235,82	m^3	50 000 Ft /m^3	11,79 MFt
RMA szigetelés	18	m	181,4	m	3265,20	m^2	10 000 Ft /m^2	32,65 MFt
Biztonsági korlát	2	m	181,4	m	362,80	m	45 000 Ft /m	16,33 MFt
Zajvédő fal	1	m	181,4	m	181,40	m	50 000 Ft /m	9,07 MFt
Szegély, tartozékok cseréje:								69,84 MFt

Burkolat+ tartozékok cseréje: 178.57 M Ft

6. táblázat: Az aszfalt-, és betonburkolat, valamint a tartozékok egyszeri cseréjének költségei

A háromrétegű aszfalt pályaszerkezet lényegesen több fenntartást igényel, mint a betonburkolat: szükség van a repedések kiöntésére, kátyúzásra, valamint a nyomvályúk javítására. A betonburkolattal készülő vasbeton tartószerkezet esetén a fenntartási költségek: a burkolat cseréjekor fellépő költségek, valamint a burkolati pályatáblák közötti hézagok körülbelül 5 évente történő kiöntése, illetve a beton érdesítése.

Aszfaltburkolattal készülő beton változat											
Beton burkolat	Gyakoriság		Mennyiség					Költség		Összesen 100 évre	
			K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár		Egység
burkolat bontása	15 év		2,52	m^2	181,4	m	457,128	m^3	40 000 Ft	m^3	109,71 MFt
4 cm kopóréteg	15 év		0,72	m^2	181,4	m	130,608	m^3	65 000 Ft	m^3	50,94 MFt
6 cm kötőréteg	15 év		1,08	m^2	181,4	m	195,912	m^3	47 000 Ft	m^3	55,25 MFt
4 cm védőréteg	15 év		0,72	m^2	181,4	m	130,608	m^3	175 000 Ft	m^3	137,14 MFt
repedésköntés	15 év alatt összesen		2	m^2	181,4	m	362,8	m^2	1 500 Ft	m^2	3,27 MFt
kátyúzás			1	m^2	181,4	m	181,4	m^3	15 000 Ft	m^3	16,33 MFt
nyomvályújavítás			12	m^2	181,4	m	2176,8	m^3	1 200 Ft	m^3	15,67 MFt

Tartozékok									
Szegély	35 év	1,3	m^2	181,4	m	235,82	m^3	50 000 Ft/m^3	23,58 MFt
RMA szigetelés	35 év	18	m	181,4	m	3265,20	m^2	10 000 Ft/m^2	195,91 MFt
BV bevonat	10 év	13	m	181,4	m	2358,20	m^2	7 000 Ft/m^2	
Biztonsági korlát	35 év	2	m	181,4	m	362,80	m	45 000 Ft/m	32,65 MFt
Zajvédő fal	35 év	1	m	181,4	m	181,40		50 000 Ft/m	18,14 MFt
Összesített költség 100 évre:									658,58 MFt

Összesített költség 100 évre:	658,58 MFt
-------------------------------	------------

Betonburkolattal készülő beton változat											
		Gyakoriság		Mennyiség					Költség		Összesen 100 évre
				K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	
Beton burkolat											
építése	35 év		5,4 m^2	181,4 m		979,56 m^3		65 000 Ft/m^3			127,34 MFt
érdesítése	18 m		18 m	181,4 m		3265,20 m^2		300 Ft/m^2			5,88 MFt
bontása	35 év		5,4 m^2	181,4 m		979,56 m^3		45 000 Ft/m^3			88,16 MFt
hézagkiontés	5 év		38 m/5m	181,4 m		2297,73 m		3 000 Ft/m			130,97 MFt
Tartozékok											
Szegély	35 év		1,3 m^2	181,4 m		235,82 m^3		50 000 Ft/m^3			23,58 MFt
RMA szigetelés	35 év		18 m	181,4 m		3265,20 m^2		10 000 Ft/m^2			65,30 MFt
BV/bevonat	10 év		13 m	181,4 m		2358,20 m^2		7 000 Ft/m^2			
Biztonsági korlát	35 év		2	181,4 m		362,80 m		45 000 Ft/m			32,65 MFt
Zajvédő fal	35 év		1	181,4 m		181,40		50 000 Ft/m			18,14 MFt
Összesített költség 100 évre:											492,03 MFt

Osszesített költség 100 évre:	492,03 MFt
-------------------------------	------------

7. táblázat: Aszfalt-, illetve betonburkolattal készülő beton tartószerkezeti változat burkolathoz köthető fenntartási költségei a 100 éves élettartam során

A nagyteljesítményű beton pályalemezű, szigetelés és burkolat nélkül készülő változatnál is szükséges a szegélyek cseréje, közelítőleg 35 évente. Ezen felül közelítőleg 20-30 év után a pályalemez kopásának hatására szükség lesz egy megfelelő tapadást biztosító aszfalt kopóré-

teg (5cm) felhordására, amely újabb 15 évre biztosítja a megfelelő jármű-pálya kapcsolatot.

Burkolat nélkül készülő beton változat

Gyakoriság	Mennyiség					Költség		Összesen 100 évre
	K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egység	
Utólagos aszfalt kopóréteg felhordása	15 év	0,72 m ²	181,4 m		130,608 m ³		65 000 Ft/m ³	42,45 MFt
Tartozékok								
Szegély	35 év	1,3 m ²	181,4 m		235,82 m ³		50 000 Ft/m ³	23,58 MFt
BV bevonat vagy korrózió	10 év	13 m	181,4 m		2358,20 m ²		7 000 Ft/m ²	
Biztonsági korlát	35 év	2	181,4 m		362,80 m		45 000 Ft/m	32,65 MFt
Zajvédő fal	35 év	1	181,4 m		181,40		50 000 Ft/m	18,14 MFt
Teljes fenntartási költség:								116,82 MFt

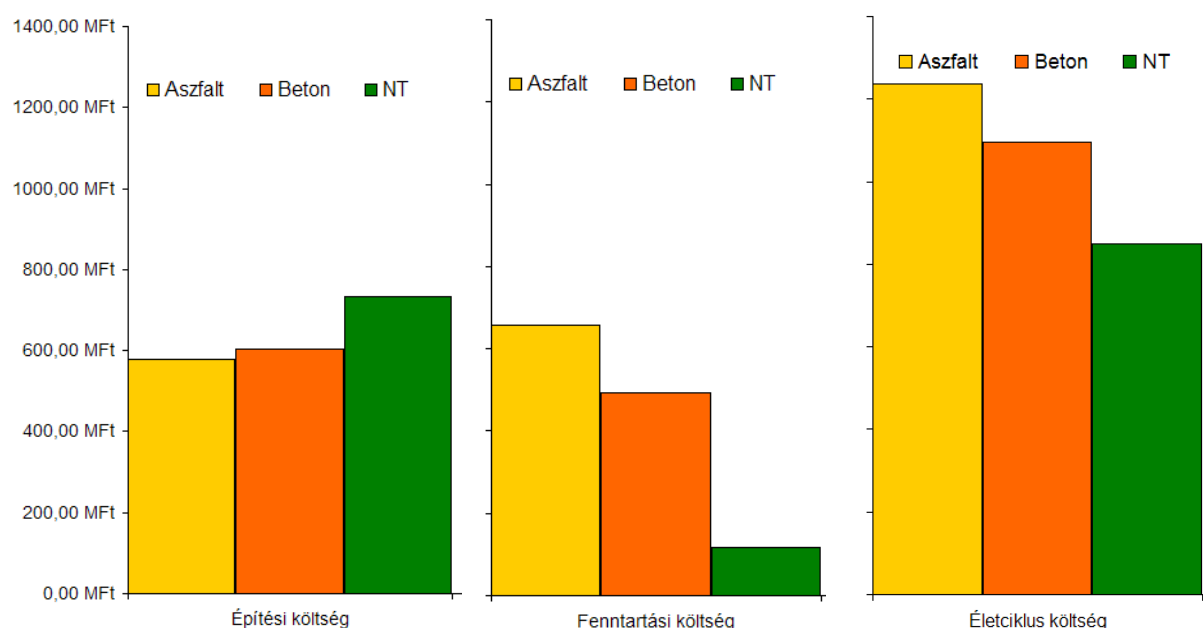
8. Táblázat: A szigetelés és burkolat nélküli beton változat
100 évre vonatkoztatott fenntartási költségei

4.2.4. A részleges életciklus- költség alakulása

Az építési illetve fenntartási költségek összesítésével kaphatjuk a különböző szerkezeti változatok életciklus költségeit.

	Építési költség	Fenntartási költség	Összesen
Aszfaltburkolatú változat	577,14 MFt	658,58 MFt	1235,73 MFt
Betonburkolatú változat	604,51 MFt	492,03 MFt	1096,54 MFt
Burkolat nélkül készülő NT	731,63 MFt	116,82 MFt	848,45 MFt

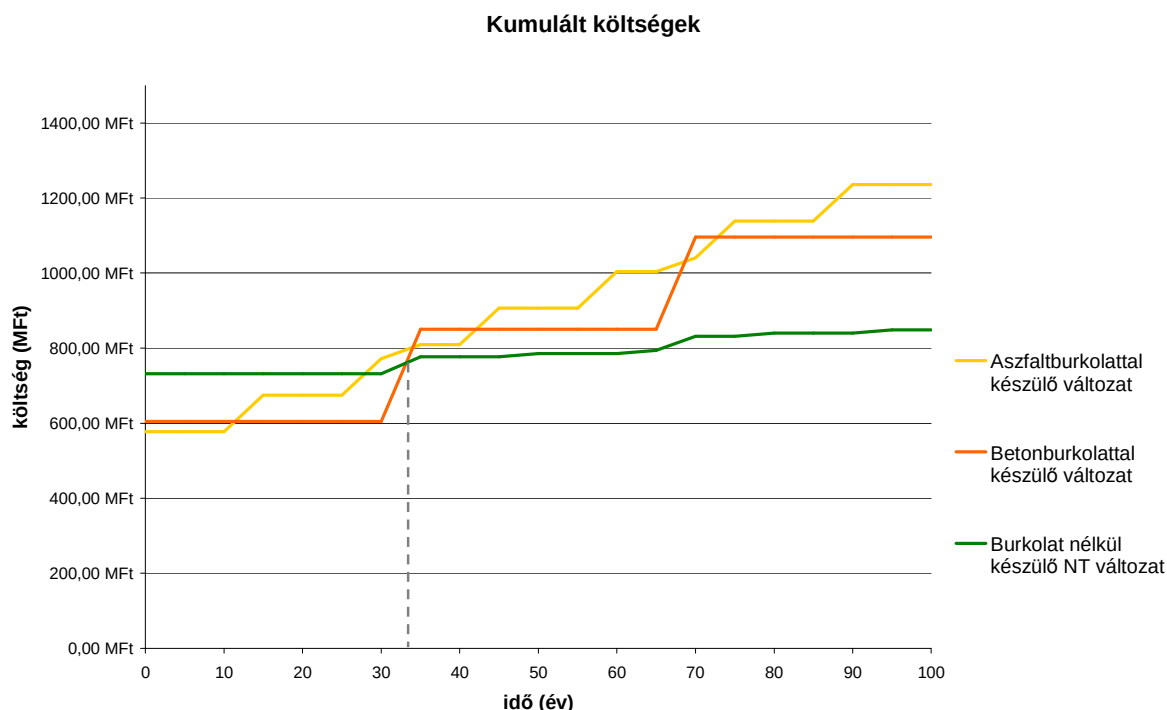
9. táblázat: A változatok összesített költségei



17. ábra: A változatok építési, fenntartási és életciklus költségei 100 éves élettartam során

Abban az esetben, ha a fent leírt módon végezzük a burkolatcserét illetve az egyéb fenntartási munkákat, úgy a teljes élettartamot figyelembe véve a nagy teljesítményű beton változat lehet a leg gazdaságosabb választás, még kiemelkedően magas egyszeri beruházási költsége ellenére is, életciklus költsége az aszfaltburkolatú változat költségének 70%-a, a betonburkolatú változat költségének 75%-a. Az 18. ábra szaggatott szürke vonala mutatja, hogy a szigetelés és burkolat nélküli NT változat közelítőleg 35 év után, tehát a betonburkolatú változa-

ton végzett első cserekor gazdaságosabbá válik, mint a másik két változat. Az eltérő ütemezésű és költségű fenntartási munkákat igénylő burkolattal készülő változatok esetén a 100 éves élettartam végére a betonburkolatú változat költsége az aszfaltburkolatú változathoz képest 10%-kal alacsonyabb lesz.



18. ábra: Kumulált életről költségek alakulása a 100 éves élettartam során

Meg kell említenünk, hogy a betonburkolattal készülő változat esetén is elfogadható megoldás lenne az utólagos ráaszfaltozás, amely jelentősen kevesebb munkával és költséggel jár, mint a burkolatcsere. Probléma merülhet fel ugyanakkor a megnövekedett önsúly és a hosszszelvény biztosíthatósága miatt. Amennyiben e mellett a technológia mellett döntünk, úgy a figyelembe vett költségek alapján a betonburkolattal készülő változat választása eredményez kisebb költségeket.

	Építési költség	Fenntartási költség	Összesen
Aszfaltburkolattal készülő változat	577,14 MFt	658,58 MFt	1235,73 MFt
Betonburkolattal készülő (eredeti) változat	604,51 MFt	116,82 MFt	721,33 MFt
Burkolat nélkül készülő NT változat	731,63 MFt	116,82 MFt	848,45 MFt

10. táblázat: Életről költségek burkolat csere helyett utólagos ráaszfaltozás esetén

Ezen megoldási mód során azonban élünk azzal a feltételezéssel, hogy a betonburkolattal készülő változat esetén a szigetelés élettartama 100 év. Amennyiben a szigetelés sérül, vagy 100 éves élettartama nem biztosítható, úgy ismét felmerülnek a burkolatcserevel járó jelentős költségek.

4.3. A 2112. jelű út Vadaskerti út feletti felüljáró részleges életciklus- költség elemzése

A Vadaskerti út feletti felüljáró építésére a Salgótarjánt tehermentesítő út építésének 3. ütemében került sor. A szerkezet hossza 10,9 m, szélessége 9,77 m, az átvezetett útpálya szélessége 9 m. Az eredeti híd 14 cm vastagságú, szokásos rétegrendű aszfaltburkolattal készült. A konzolos lemez vastagsága 70 cm, mely a szélei felé 25 cm vastagságúra keskenyedik.

A vizsgált változatok:

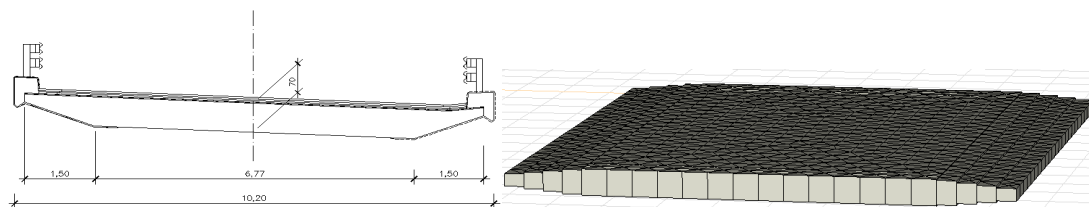
- aszfaltburkolattal és szigeteléssel készülő változat
- betonburkolattal és szigeteléssel készülő változat
- burkolat és szigetelés nélkül, teljes vastagságában NT betonból készülő változat

4.3.1. A híd erőtani tervezése

A Vadaskerti út feletti felüljáró híd kéttámaszú konzolos lemez híd. Az eredeti szerkezet tervei az Útügyi Műszaki Előírásnak megfelelően készültek. Annak érdekében, hogy megfelelően össze lehessen hasonlítani a különböző változatok költségeit, szükséges, hogy azonos szabvány követelményeinek feleljenek meg. Ennek érdekében mindhárom szerkezeti kialakítás közelítő számítását az Eurocode szabványnak megfelelően végezzük el.

A híd teljes aláállványozással készül, így csak a végleges állapot vizsgálata szükséges. A számításokban figyelembe vett terhek: a tartószerkezet önsúlya, burkolat és tartozékok (szegélyek, korlát) súlya, közúti járműforgalomból származó terhek.

A szerkezetben ébredő igénybevételeket héjmodellel vizsgáljuk, AxisVM 10 végelelemes program segítségével.



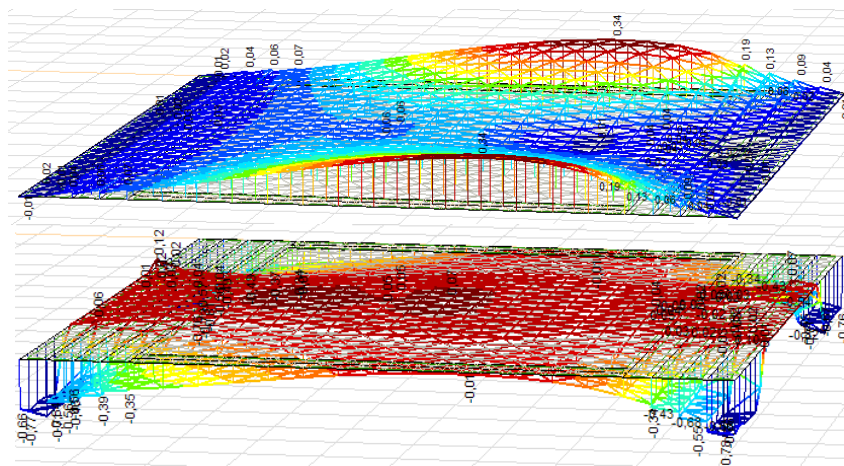
19. ábra: A Vadaskerti út feletti felüljáró és a számításokhoz használt modellje

Az eredeti lemez híd vastagsága 70 cm, ez nagyobb, mint az általánosan megszokott $L/30$ körüli érték (esetünkben ~ 35 cm). Annak érdekében, hogy az általunk tervezett hidak összehasonlíthatóak legyenek, mindhárom esetben azonos kihasználtsági szintet (közelítő számítás miatt 80%) célozunk meg teherbírési határállapotban és ennek megfelelően változtatjuk a lemez vastagságát. A vasalás mennyiségét az eredeti híddal azonosnak vesszük fel. A burkolat és szigetelés nélküli változat ebben az esetben teljes vastagságban NT betonból készül.

	Aszfaltburkolattal készülő változat	Betonburkolattal készülő változat	Szigetelés és burkolat nélküli NT változat
Lemez maximális vastagsága	55 cm	65 cm	50 cm

11. táblázat: A hídlemezek EC szerinti méretezésből adódó szükséges maximális vastagságai

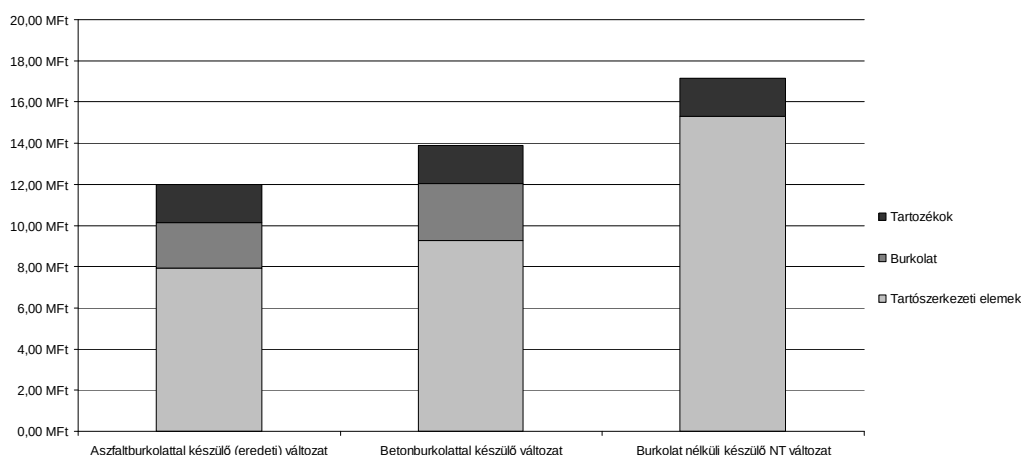
A használhatósági határállapotok vizsgálatokor a kéttámaszúság kedvező a burkolat és szigetelés nélküli NT változat esetében, hiszen hosszirányban a híd teljes felső síkja nyomott lesz. Feszítésre egyedül keresztirányban a támaszok környezetében, a híd szélső 1,5-1,5 m szélességű sávján van szükség, mivel itt a konzolos jelleg miatt kialakulnak keresztirányú negatív nyomatékok. A lemez felső síkjának keresztirányú húzófeszültségei peremzavar szerűek, a híd hossz tengelye mentén gyorsan lecsengenek.



20. ábra: Keresztirányú normál feszültségek a felső síkban, gyakori kombinációban feszítés nélkül, illetve feszítés alkalmazásával

4.3.2. Építési költségek

Az építési költségek meghatározása a Dulácska völgyhíd esetén részletesen bemutatott módon történik (ld. 4.2.2. fejezetben). A költségtételek pontos értékeit a *Számítási melléklet* tartalmazza. Az eltérő lemezvastagságok miatt az aszfaltburkolattal és betonburkolattal készülő változatok építési költségeiben nem csak a burkolatok építésének költsége, de a tartószerkezeti elemek építési költségei is különböznek (ld. 21. ábra). Mivel az NT változat teljes vastagságában kiemelt minőségű és építési költségű NT betonból készül így a tartószerkezet építési költsége közel kétszerese lesz az aszfaltburkolatú változaténak.



21. ábra: A változatok építési költségei, és a különböző tételek megoszlása (tartószerkezeti elemek, burkolat, tartozékok)

Más megoldási alternatívaként felmerülhet a lemez két ütemben történő betonozása, úgy, hogy az alsó réteg normál, a felső pedig NT betonból készül. Az átmenő acélbetétek és a betonozási szakaszok közti rövid időkülönbség segítségével a két réteg képes lesz együttműködni, az építési költség viszont jelentősen alacsonyabb, lesz, hisz kevesebb NT beton használata szükséges. Ennek a megoldásnak a hátránya az, hogy a réteghatárok közelében lévő feszítőkábelek problémát okozhatnak.

4.3.3. Fenntartási költségek

A fenntartási költségek számítása is a Dulácska völgyhíd esetében bemutatott módon történik, szintén csak a burkolatokkal kapcsolatos fenntartási költségeket vizsgáljuk. A különböző változatok figyelembe vett fenntartási költségeinek aránya a megegyező számítási mód miatt egyenlő a 4.2.3 fejezetben számított költségekével.

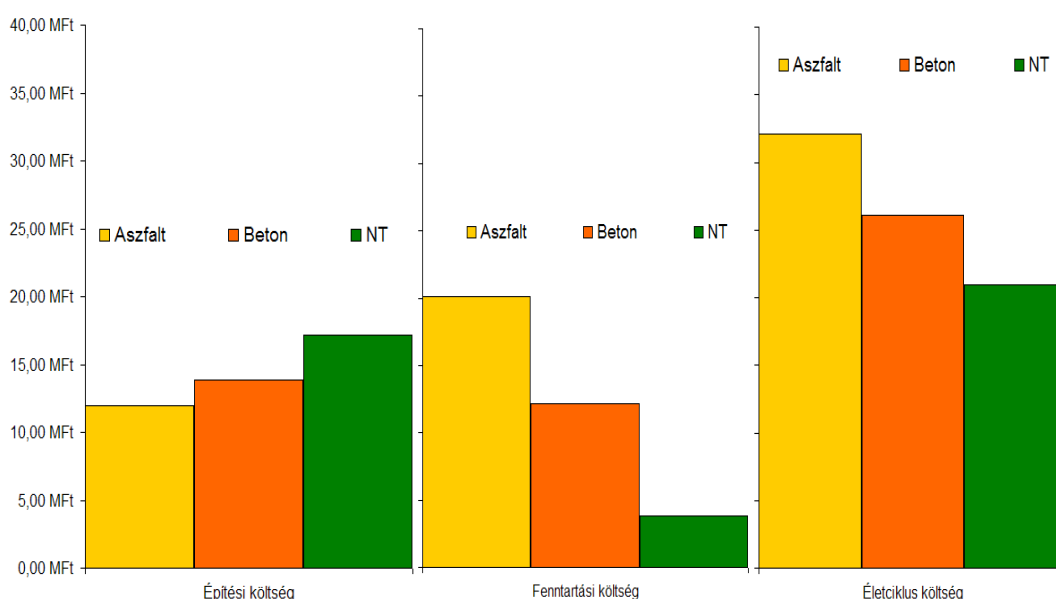
4.3.4. A részleges életciklus- költség alakulása

A részleges életciklus költség az építési és fenntartási költségek összegeként adódik (ld. 12. táblázat).

	Építési költség	Fenntartási költség	Összesen
Aszfaltburkolatú változat	11,98 MFt	20,09 MFt	32,07 MFt
Betonburkolatú változat	13,90 MFt	12,15 MFt	26,05 MFt
Burkolat nélkül készülő NT v.	17,16 MFt	3,82 MFt	20,98 MFt

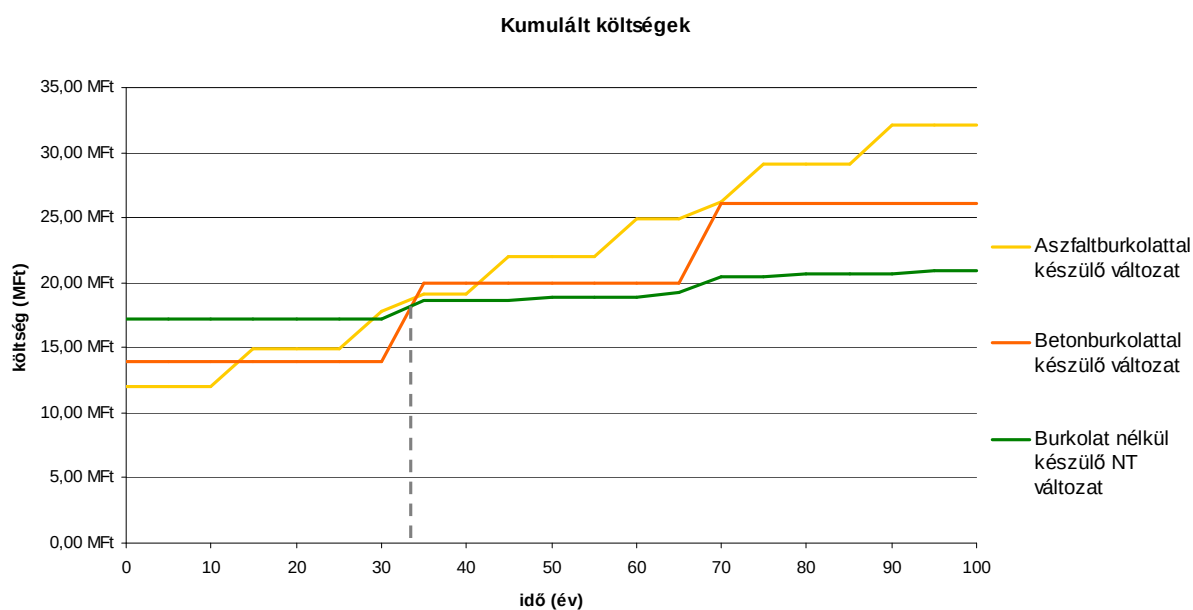
12. táblázat: A változatok összesített költségei

Látható, hogy az általunk számított életciklus költségek a Vadaskerti út feletti felüljáró esetében is a burkolat és szigetelés nélküli NT beton változat alkalmazásakor a legkisebbek, az aszfaltburkolatú változat költségeinek 65%-át, a betonburkolatú változaténak 80%-át kapjuk. Ez az arány természetesen ismét csak részlegesen tükrözi a valóságot, hisz számos költségtényezőt nem veszünk figyelembe, maga a tendencia azonban helytálló.



22. ábra: A változatok építési, fenntartási és életciklus költségei 100 éves élettartam során

A költségek időbeli alakulását mutatja a 23. ábra, látható, hogy ebben az esetben is közelítőleg a betonburkolat első cseréjekor, 35 év elteltével válik a burkolat és szigetelés nélküli NT változat gazdaságossá.



23. ábra: Kumulált életciklus költségek alakulása a 100 éves élettartam során

4.4. A 2112. jelű út Móricz Zsigmond út feletti felüljáró részleges életciklus- költség elemzése

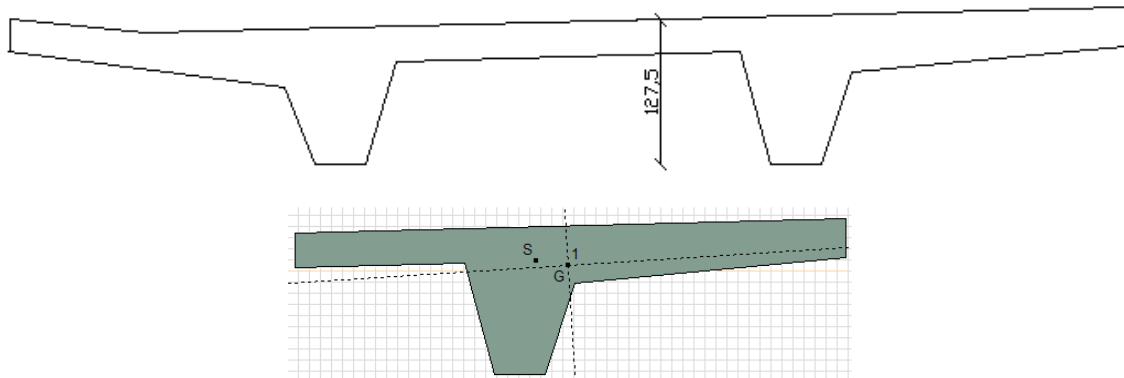
A Móricz Zsigmond út feletti felüljáró tervezésére és kivitelezésére szintén a Salgótarjánt tehermentesítő 2112 j. út részeként került sor. A szerkezet ötnyílású, folytatólagos, kétbordás nyitott keresztmetszetű, helyszínen betonozott, utófeszített vasbeton híd melyet a keresztmetszeten kívül vezetett szabadkábelekkel feszítünk. A teljes hídszélesség 11,40 m, a kocspálya szélessége 9,0 m. A támaszközök: 24 m + 3 x 30 m + 24 m.

A vizsgált változatok:

- aszfaltburkolattal és szigeteléssel készülő változat
- betonburkolattal és szigeteléssel készülő változat
- burkolat és szigetelés nélkül, NT pályalemezzel készülő változat

4.4.1. A híd erőtani tervezése

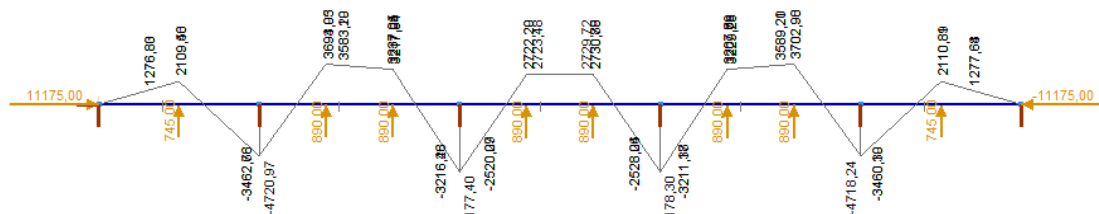
Mivel a híd teljes aláállványozással készül, így a közelítő számításban csak a végleges állapotot vizsgáljuk, teherként a tartószerkezet és a tartozékok önsúlyát valamint a közúti forgalom terhét vesszük figyelembe. Az eredeti híd aszfaltburkolattal készült, tervezése pedig Útügyi Műszaki Előírás szerint történt. Az összehasonlítás érdekében mindhárom változat közelítő méretezését elvégezzük az Eurocode előírásai alapján.



24. ábra: A híd keresztmetszete és a numerikus modellben használt fél keresztmetszet

A híd az átlagosnál karcsúbb szerkezet, szerkezeti magassága kicsiny: 1,275 m (gerendák esetén általában: $h = L/15 = 1,6 \text{ m} - 2 \text{ m}$). A karcsúság következménye, hogy az eredet változatnál alkalmazott feszítés hatására, a pályalemez felső síkjában, gyakori kombinációban csak kis mértékben keletkeznek húzások, szinte az egész szerkezet dekompressziós állapotban van. A közelítő méretezések folyamán mindhárom változatnál megtartjuk a keresztmetszeti méreteket, csak a hosszirányú feszítés mértékét változtatjuk, az NT pályalemezű szigetelés és burkolat nélküli változat esetén keresztirányú feszítést is alkalmazunk. A feszítés mértékének meghatározásához gerendamodellt használunk (ld. 25. ábra). A döntő követelmények ismét a használhatósági határállapot feszültségkorlátozásai lesznek.

A számítások során megállapított szükséges feszítőkábel mennyiségeket a 13. táblázat tartalmazza.



25. ábra: A feszítés helyettesítő egyenértékű terhe és a belőle származó nyomaték (aszfaltburkolatú változat)

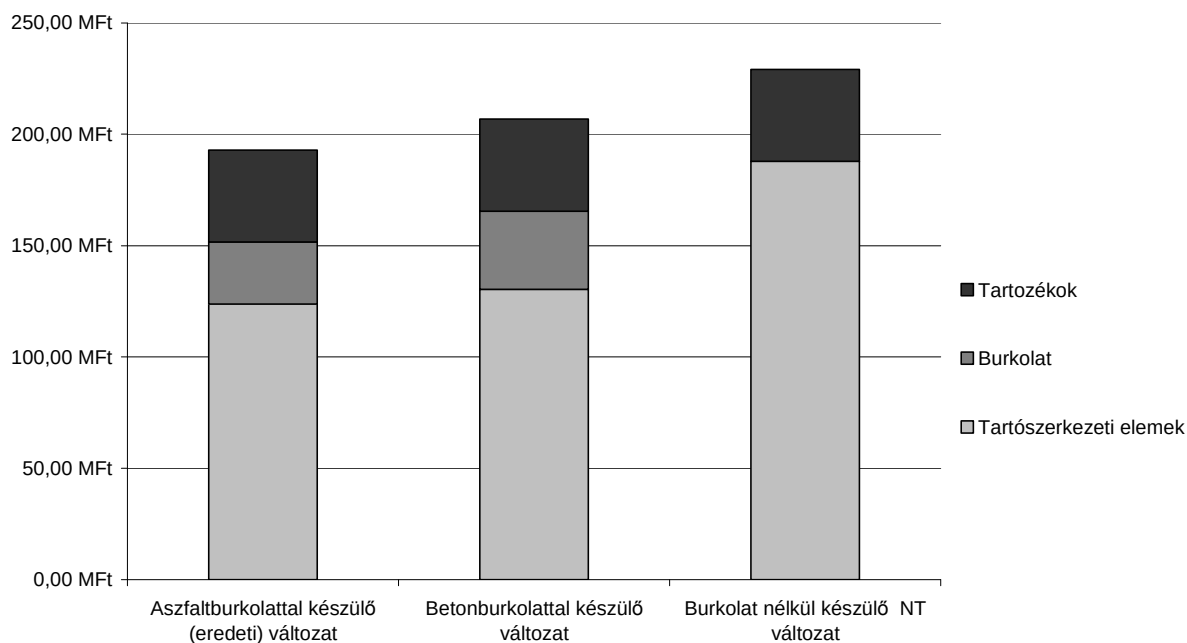
	hosszirányú feszítés		keresztirányú feszítés
Aszfaltburkolatú változat	2x4 = 8 db	19 pászmás szabadkábel	nem alkalmazunk
Betonburkolatú változat	2x5 = 10 db		nem alkalmazunk
Burkolat nélküli NT változat	2x5 = 10 db		4 pászmás kábelek 60 cm-enként

13. táblázat: A három szerkezeti változatban alkalmazott feszítés

4.4.2. Építési költségek

Az építési költségek meghatározása a Dulácska völgyhíd esetében a 4.2.2 fejezetben bemutatottakkal megegyezően történik. A költségek részletes leírása a *Számítási melléklet*ben található. Mivel a burkolat és szigetelés nélkül változat esetében csupán a 20 cm vastagságú pályalemez készül NT betonból, így a három változat építési költségei kisebb mértékben különböznek, mint a másik két esettanulmány hídjának esetében. Az NT változat építési költsége az aszfaltburkolatú változathoz képest a Dulácska völgyhíd esetében 25%-kal, a Vadaskerti út feletti felüljáró esetében 40%-kal, a Móricz Zs. út feletti felüljáró esetében pedig 20%-kal nagyobb.

Építési költségek



26. ábra: A változatok építési költségei, és a különböző tételek megoszlása

4.4.3. Fenntartási költségek

A fenntartási költségeknél figyelembe vett tételek és egységárak, valamint a fenntartási stratégiák megegyeznek a 4.2.3 fejezetben tárgyaltakkal. A tételek számítását a *Számítási melléklet* tartalmazza.

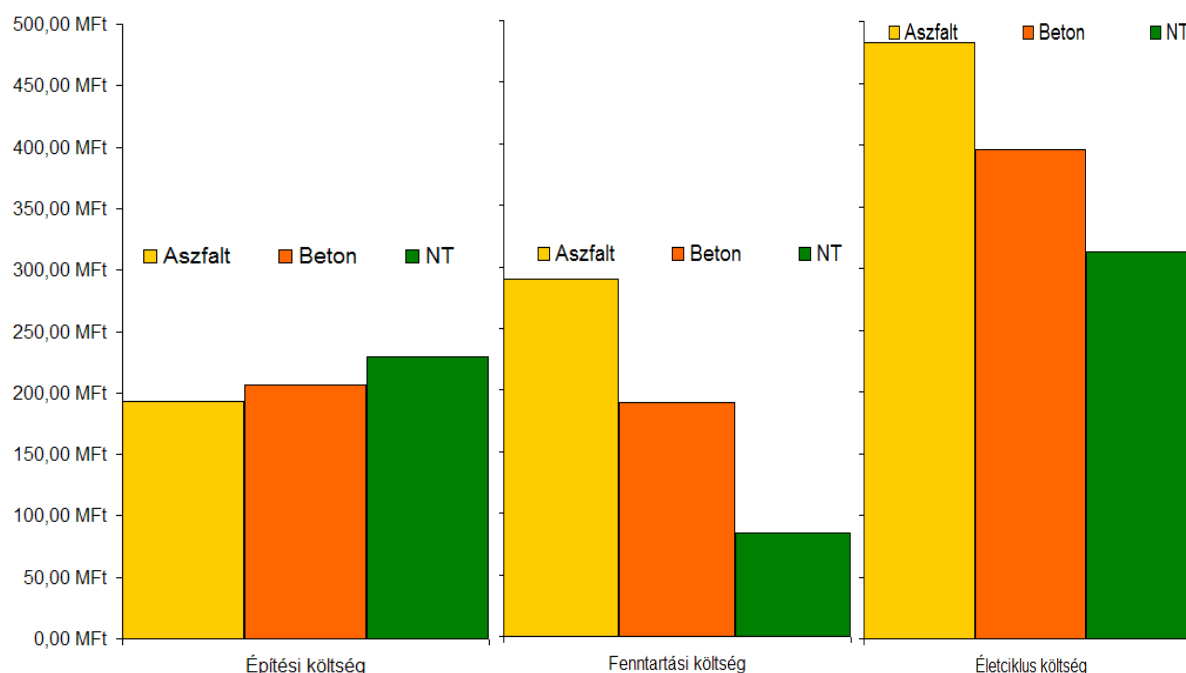
4.4.4. A részleges életciklus- költségek alakulása

A részleges életciklus- költségek a figyelembe vett építési és fenntartási költségek összegeként adódnak.

	Építési költség	Fenntartási költség	Összesen
Aszfaltburkolatú változat	192,86 MFt	290,11 MFt	482,97 MFt
Betonburkolatú változat	206,72 MFt	189,61 MFt	396,33 MFt
Burkolat nélkül készülő NT v.	229,15 MFt	84,04 MFt	313,19 MFt

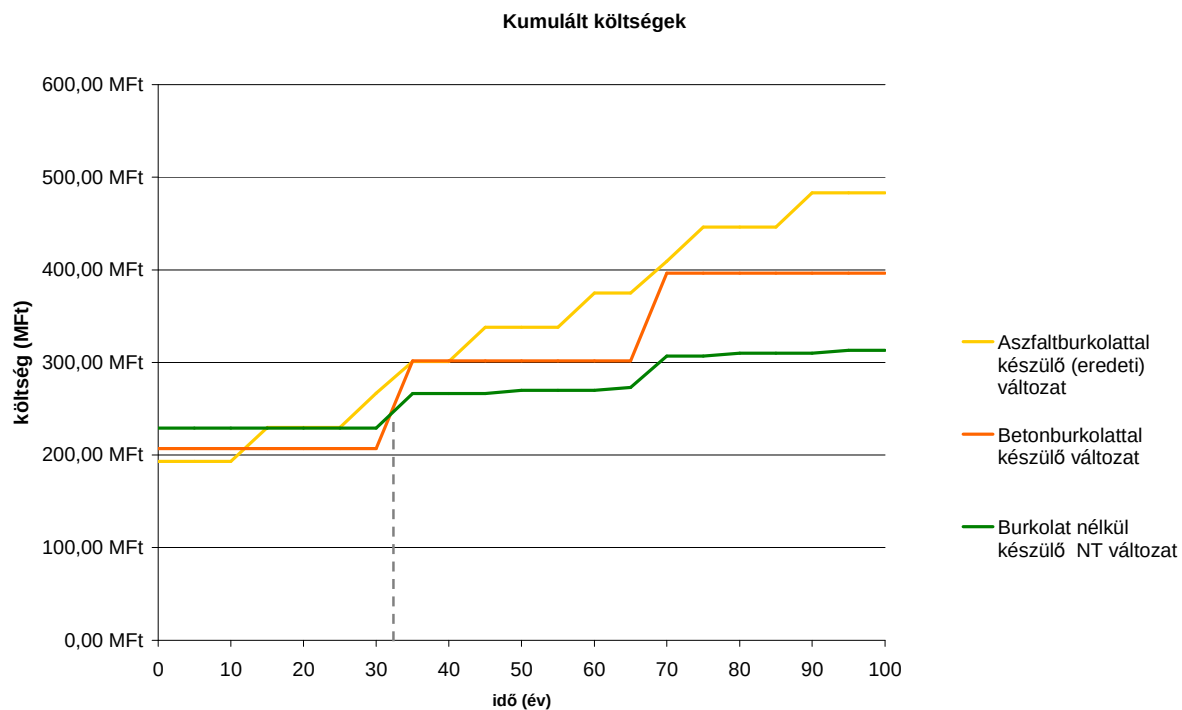
14. táblázat: A változatok összesített költségei

Az NT pályalemezzel, burkolat és szigetelés nélküli változat általunk számított részleges életciklus- költsége az aszfaltburkolatú változat költségének 65%-a, a betonburkolatú változaténak pedig 80%-a. Ez az arány megegyezik a Vadaskerti út feletti felüljáró esetében számított értékekkel.



27. ábra: A változatok építési, fenntartási és életciklus költségei 100 éves élettartam során

A kumulált költségek időbeli alakulását vizsgálva, az előző két esetnél tapasztaltakhoz hasonlóan szintén 35 év környékén válik a burkolat és szigetelés nélküli NT pályalemezzel készülő változat a leggazdaságosabb megoldássá. (ld. 28. ábra).



28. ábra: Kumulált életciklus költségek alakulása a 100 éves élettartam során

4.5. A három esettanulmány összehasonlítása

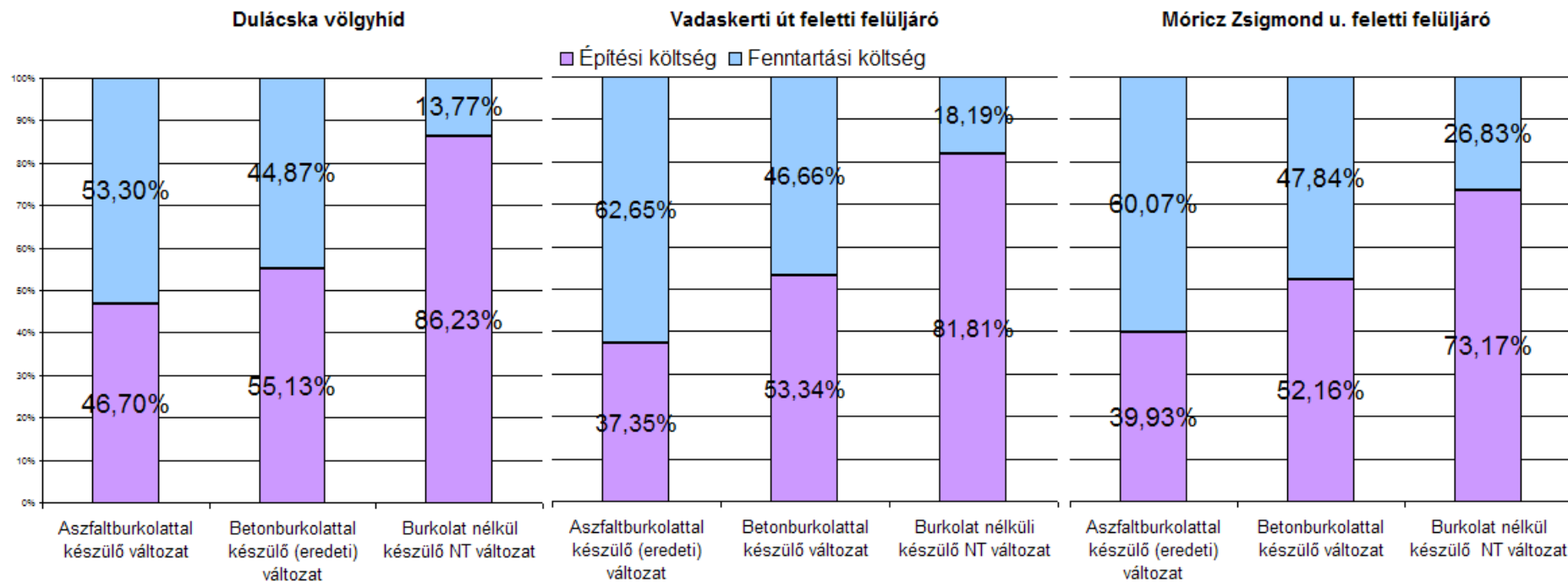
A három esettanulmánybeli híd eltérő keresztmetszete, építésének és feszítésének módja lehetőséget ad arra, hogy költségeik összehasonlításával általános megállításokat tegyünk. A megállapítások alapját továbbra is az általunk figyelembe vett költségértékek adják, így a számított arányok további tételek figyelembe vételével torzulhatnak, a tendenciák azonban a valóságot közelítik.

A költségekkel kapcsolatos általánosan megfogalmazható tapasztalatok:

- az általunk alkalmazott egységarakból és fenntartási stratégiákból származó építési és részleges életciklus- költségek a valóságban tapasztalható költségeknél jelentősen kisebbek, a pontos arány meghatározása további vizsgálatokat igényelne
- mindhárom híd esetén a tartószerkezet építési költségeinek tekintetében az aszfaltburkolatú változat a leggazdaságosabb, ezt követi a betonburkolatú változat, legdrágábbnak pedig az elvárásoknak megfelelően a burkolat és szigetelés nélküli (részben vagy egészben) NT betonból épülő változat bizonyult
- a NT beton változat tartószerkezetének építési költsége a három eset alapján átlagosan 30%-kal haladja meg az aszfaltburkolatú változat és 20%-kal a betonburkolatú változat építési költségeit
- a fenntartási költségek és a részleges életciklus költségek minden esetben a burkolat és szigetelés nélküli NT változatnál lettek a legkisebbek, az aszfaltburkolatú változatnál pedig a legnagyobbak
- a burkolatokhoz köthető fenntartási költség szigetelés és burkolat nélküli NT változat esetén az aszfaltburkolatú változat fenntartási költségének közel ötöde, a betonburkolatú változaténak pedig negyede
- az burkolat és szigetelés nélküli NT változat részleges életciklus költsége az aszfaltburkolatú változat költségének 65-70%-a, a betonburkolatú változat költségének pedig 75-80%-a
- a NT változat mindhárom híd esetén körülbelül az építés után 35 évvel válik a leggazdaságosabb megoldássá

A 29. ábra a vizsgált összesen 9 híd tartószerkezetének építési és burkolatokhoz köthető fenntartási költségeinek megoszlását mutatja a teljes költséghez képest, az ábrán látható, hogy, az életciklus költségeken belül az építési és fenntartási költségek arányai jelentősen eltérhetnek a különböző kialakítások esetén, az átlagos arány:

- aszfaltburkolatú hidak esetén:
 $K_e : K_f = 45\% : 55\%$
- betonburkolatú hidak esetén:
 $K_e : K_f = 55\% : 45\%$
- burkolat és szigetelés nélkül készülő NT hidak esetén:
 $K_e : K_f = 80\% : 20\%$



29. ábra: Az esettanulmányokban szereplő hidak építési és fenntartási költségeinek aránya, hidanként 3-3 vizsgált változat esetén

5. A támaszközök hatásának vizsgálata

A következőkben a 4. fejezet esettanulmányaiban szereplő hidak alapvető tulajdonságait megtartva az egyes hídtípusok gazdaságos támaszköz tartományait vizsgálva elemezzük a támaszközök változtatásának tervezésre, valamint költségekre gyakorolt hatását.

Az általunk vizsgált hídtípusok és gazdaságos támaszköz tartományuk:

- szakaszos előretolással készülő ikerszekrényes gerendahíd: 30-60 m
- kéttámaszú konzolos lemezhid: 5-20 m
- állványon épített alul bordás gerendahíd: 15-30 m

Először különböző támaszközű hidak közelítő mértézését végezzük el aszfaltburkolattal illetve betonburkolattal és szigeteléssel készülő, valamint burkolat és szigetelés nélküli (részben vagy egészében) nagy teljesítményű betonból készülő szerkezetként. Ezt követően számítjuk minden egyes híd esetében a felszerkezet építési-, burkolatokhoz köthető fenntartási- és ezek összegeként részleges életciklus- költségét. A költségek számítása minden híd esetében a 4.2.2 - 4.2.4 fejezetekben a Dulácska völgyhíd esetében bemutatott módon történik. A költség-tételeket részletes táblázatos formában történő bemutatását a *Számítási melléklet* tartalmazza.

Összességében: $3 \times (4+3+4) = 33$ műtárgyat vizsgálunk.

5.1. Szakaszos előretolással készülő ikerszekrényes gerendahíd

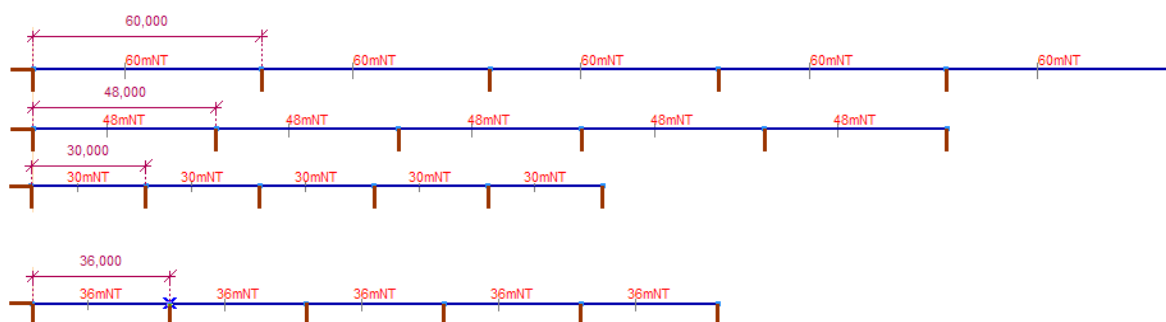
Összesen $4 \times 3 = 12$ db ikerszekrényes gerendahídat vizsgálunk, melyek a szakaszos előretolás miatt állandó támaszközzel készülnek.

A vizsgált hidak támaszközei:

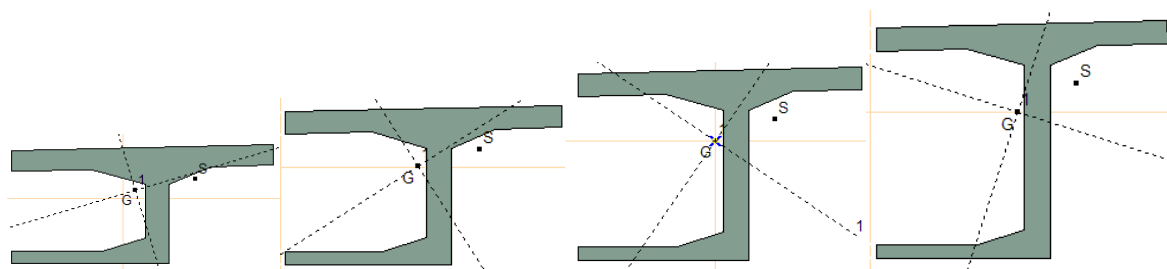
- 5 x 30 m,
- 5 x 36 m (Dulácska völgyhíd)
- 5 x 48 m
- 5 x 60 m.

5.1.1. Erőtani méretezés

A különböző támaszközü hidak viselkedését két tervezési állapotban: építési állapotban, illetve végleges állapotban vizsgáljuk. A különböző támaszközü hidakról, illetve azokon belül a végleges, illetve kritikus építés közbeni helyzetekről gerendamodellt készül melyekben a fél szekrényben fellépő igénybevételeket számítjuk (ld. 30. ábra). A terhek fél szekrényre történő redukálását közelítésképp a Dulácska völgyhíd esetén számított kereszteloszlás alapján végezzem.



30. ábra: A különböző támaszközükről készült gerendamodell burkolat és szigetelés nélküli NT esetben



31. ábra: A 30m, 36m, 48m, 60m támaszközü hidak modelljeiben alkalmazott keresztmetszetek, burkolat és szigetelés nélküli NT esetben

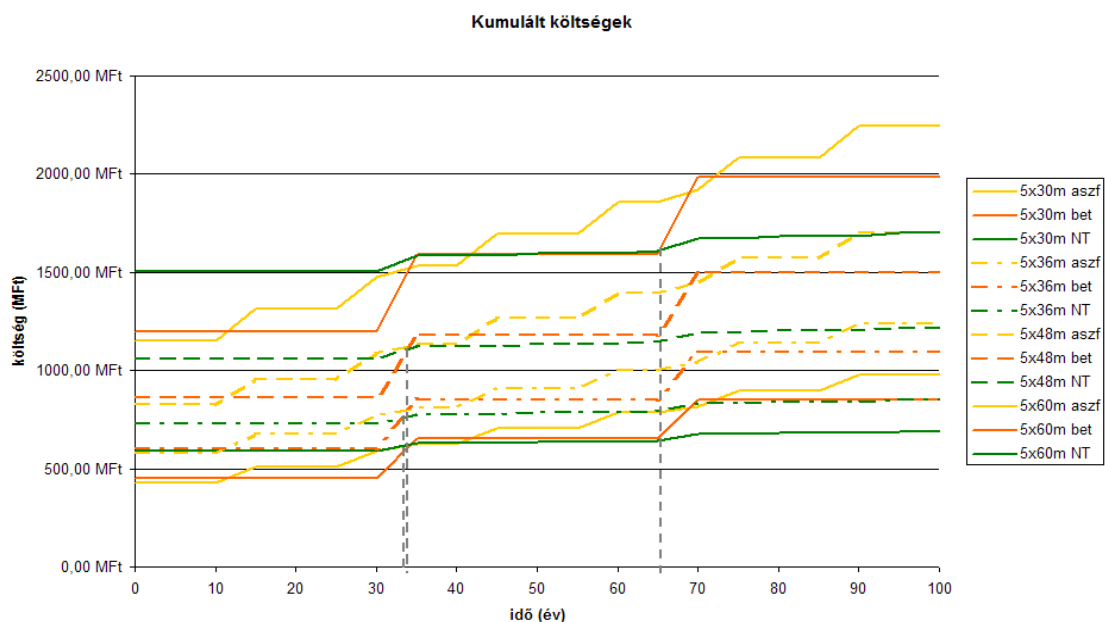
Építési állapotban az adott keresztmetszethez tartozó centrikus kábelszámot, végleges állapotban pedig a szabadkábeles feszítést számítjuk. A burkolat és szigetelés nélküli NT pályalemezzel készülő hidak esetében keresztirányú feszítés is szükséges, amelynek fajlagos mennyisége a szélességtől függ, a támaszköztől azonban nem, így minden esetben ugyanakkora. A mértékadó követelmény ismét a használhatósági határállapotban előírt feszültségkorlátozás. A szükséges feszítőkábel mennyiségeket a 15. táblázat mutatja.

	Darabszám fél szekrényben								Darabszám egy teljes keresztmetszetben							
	Burkolattal készülő v.				NT változat				Burkolattal készülő v.				NT változat			
Híd támaszköze (m)	30 m	36 m	48 m	60 m	30 m	36 m	48 m	60 m	30 m	36 m	48 m	60 m	30 m	36 m	48 m	60 m
Centrikus belső kábelek (15 pázmás, 7 pázmás)	3	5	6	8	6	7,5	9	12	12	20	24	32	24	30	36	48
Szabadon vezetett külső kábelek (16 pázmás)	1	2	2	3	1	2	2	3	4	8	8	12	4	8	8	12
Keresztirányú belső kábelek (4 pázmás)	nem alkalmazunk				75 cm-enként				nem alkalmazunk				200	240	320	400

15. táblázat: A szükséges feszítőkábel mennyiségek különböző támaszközök és változatok esetén

5.1.2. A részleges életciklus- költségek alakulása

A felszerkezetek építési költségeit, burkolatokkal kapcsolatos fenntartási költségeit és a részleges életciklus költségeket az esettanulmányokban bemutatott módon számítjuk.

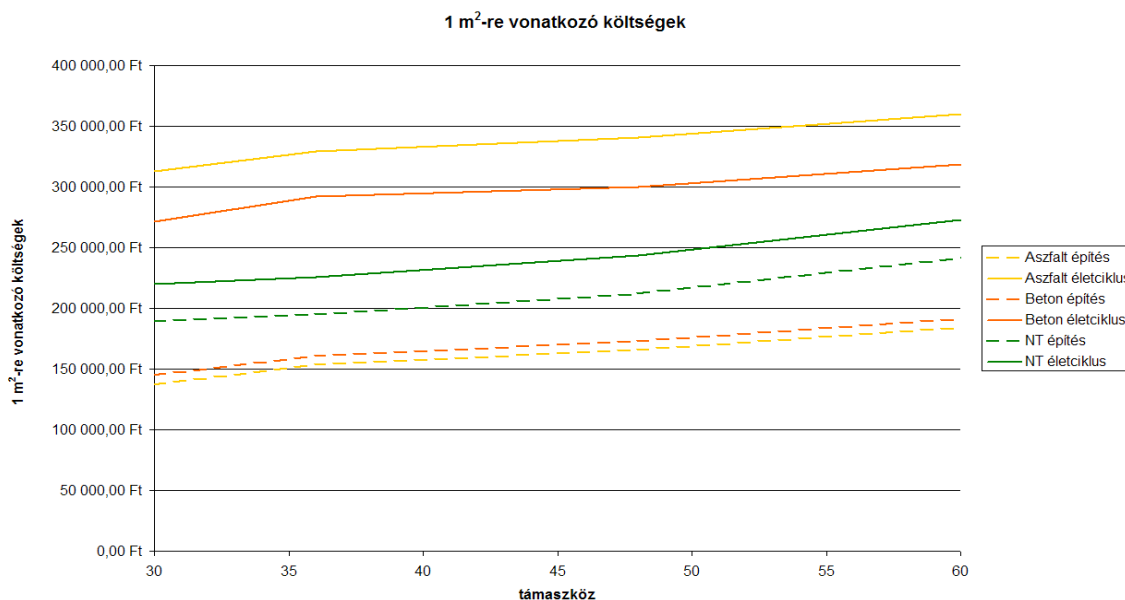


32. ábra: Különböző támaszközzel és burkolattal készülő ikerszekrényes gerendahíd kumulált költségei

A 100 éves élettartam során számított kumulált költségeket mutatja a 32. ábra. Az aszf, bet és NT jelölés az aszfaltburkolattal, betonburkolattal és szigeteléssel készülő, valamint burkolat és szigetelés nélküli NT változatokat jelöli. Látható, hogy a támaszköztől függetlenül a teljes élettartam végére minden esetben a burkolat és szigetelés nélküli változat bizonyul a leggazdaságosabbnak. Az, hogy az építést követő hányadik évtől lesznek az NT eset kumulált költségei a legkisebbek, a különböző esetekben eltér, az időpontok a betonburkolat első (építés után 35 év) és második (építés után 70 év) burkolatcseréje közt változnak. Ezeket az időpontokat jelölik a szaggatott függőleges vonalak. Az aszfaltburkolatú változatok magas fenntartási költségeik miatt legkésőbb 45 év után gazdaságtalannak bizonyulnak, mindkét másik változathoz képest.

A támaszköz hatását az 1 m²-re vonatkozó költségekre úgy vizsgálhatjuk, ha a teljes költségeket elosztjuk az adott híd teljes felületével (teljes hossz x szélesség). Az így kapott felszerkezet építési, valamint részleges életciklus költségeket a különböző változatok esetén a

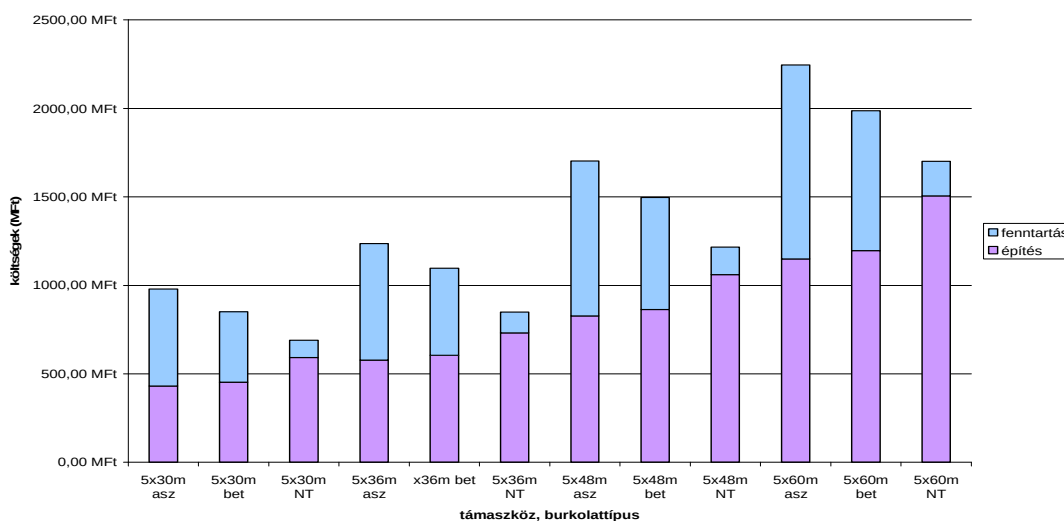
33. ábrán láthatjuk. Az építési költségeket jelző szaggatott vonalak valamint az életciklus költségek folytonos vonalai párhuzamosan futnak, ezek távolsága az adott változat m²-enkénti 100 éves élettartamhoz tartozó, burkolatokhoz köthető fenntartási költsége. A költségek a támaszközzel közelítőleg lineárisan növekednek, az 1 m²-re vonatkozó költség támaszközméterenként kis mértékben, körülbelül 8.500 Ft-tal nő.



33. ábra: Különböző burkolatú ikerszelekrényes gerendahíd m²-re eső építési és életciklus költségei a támaszköz függvényében

A részleges életciklus költségeket, valamint azokon belül az építés és fenntartási költségek arányát mutatja a 12 híd esetén a 34. ábra. Az építési költség- fenntartási költség arányok a Dulácska völgyhíd esetéhez hasonlóan alakulnak:

- aszfaltburkolatú hidak esetén: $K_e : K_f = 45\%-50\% : 55\%-50\%$
- betonburkolatú hidak esetén: $K_e : K_f = 55\%-60\% : 45\%-40\%$
- burkolat és szigetelés nélkül készülő NT hidak esetén: $K_e : K_f = 85\%-87\% : 15\%-13\%$



34. ábra: Költségek alakulása különböző támaszközü és burkolatú ikerszelekrényes gerendahidaknál

5.2. Kéttámaszú konzolos lemezhid

A Vadaskerti út feletti felüljáró mintájára összesen $4 \times 3 = 12$ db kéttámaszú konzolos lemezhidat vizsgálunk. A vizsgált támaszközök:

- 5 m
- 10 m (Vadaskerti út feletti felüljáró)
- 15 m
- 20 m.

5.2.1. Erőtani méretezés

A Vadaskerti út feletti felüljáró méretezéséhez hasonlóan héjmodellek készültek AxisVM 10 program segítségével. A teherbírasi és használhatósági követelmények teljesüléséhez szükséges vastagságok a különböző támaszközök esetén:

	Aszfaltburkolattal készülő változat				Betonburkolattal készülő változat				Szigetelés és burkolat nélküli NT változat			
Támaszköz	5 m	10 m	15 m	20 m	5 m	10 m	15 m	20 m	5 m	10 m	15 m	20 m
Lemez maximális vastagsága	25 cm	55 cm	65 cm	80 cm	30 cm	65 cm	70 cm	90 cm	25 cm	50 cm	65 cm	80 cm

16. táblázat: A lemezvastagságok különböző támaszközök és változatok esetén

Tömör keresztmetszetű lemezhidak hosszirányú feszítés alkalmazása nélkül közelítőleg 15 m-es támaszközig gazdaságosak, ezután a szerkezet növekvő vastagságából adódó teherbírás önmagában már nem képes viselni az önsúlyból és esetleges terhekből adódó egyre nagyobb igénybevételeket. Ennek megfelelően a 15 m és 20 m fesztávú hidak esetén hosszirányú feszítést is alkalmazunk. A burkolat és szigetelés nélküli változatok esetén ehhez a szerkezet teljes hosszán elhelyezett keresztirányú feszítés is adódik, mivel a haránt-kontrakció hatása miatt a hosszirányba nyomott lemez keresztirányba húzottá válik.

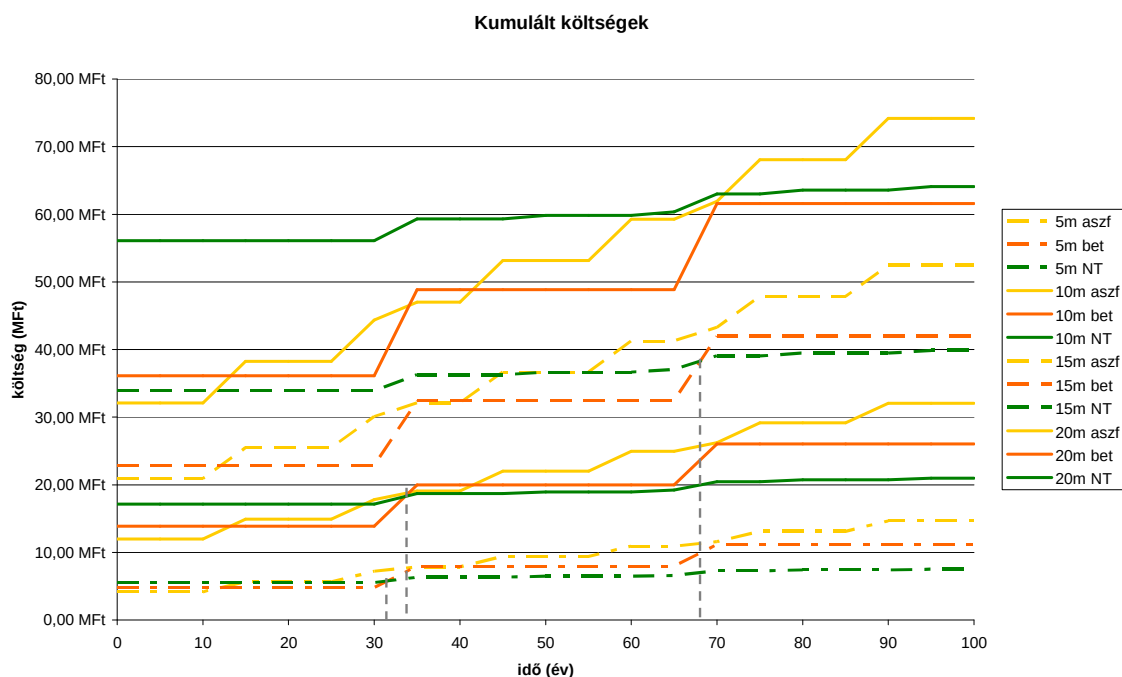
	Aszfaltburkolatú változat		Betonburkolatú változat		NT változat	
Híd támaszköze (m)	15 m	20 m	15 m	20 m	15 m	20 m
Hosszirányú kábelek tengelytávolsága (15 pázmás kábelek)	90 cm	95 cm	75 cm	85 cm	100 cm	120 cm
Keresztirányú kábelek tengelytávolsága (4 pázmás kábelek)	nem alkalmazunk				35 cm	35 cm

17. táblázat: Hossz- és keresztirányú feszítés a 15m és 20 m támaszközű lemezhidak esetén

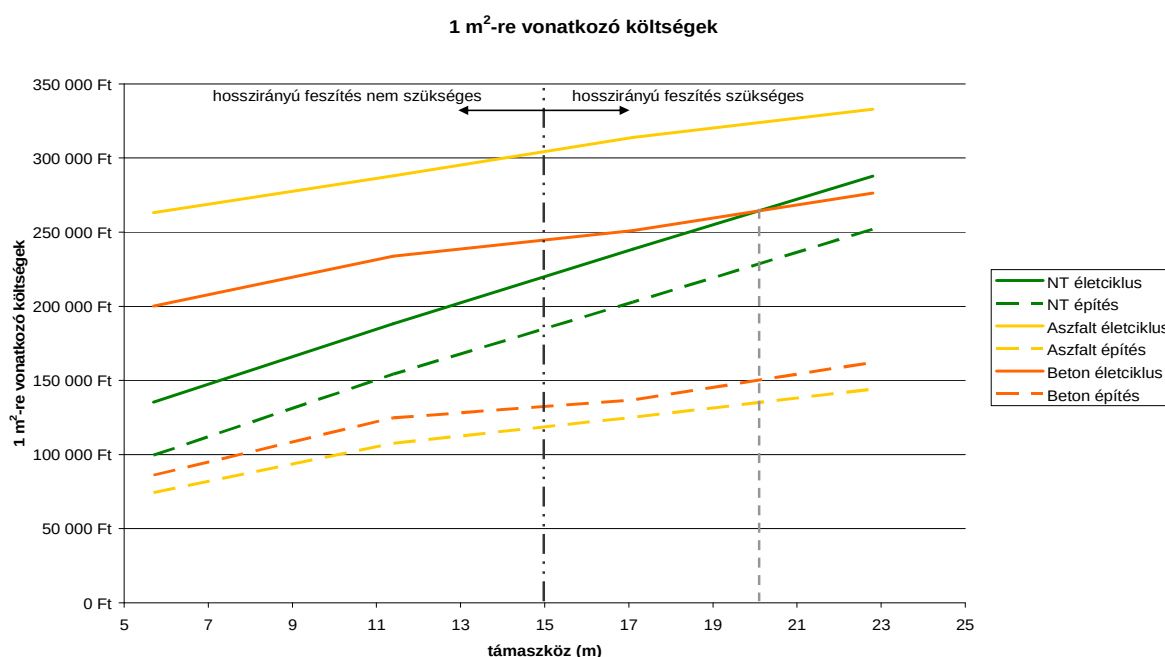
5.2.2. A részleges életciklus- költségek alakulása

A költségek részletes kimutatását a *Számítási melléklet* tartalmazza. A kumulált költségek alakulása a 35. ábrán látható. Az eddigiektől eltérő jelenségeket figyelhető meg a 15m és 20m támaszközű hidak esetén. A hossz- és keresztirányú feszítés valamint a teljes egészében NT betonból készülő keresztmetszet hatására ugyanis a NT, burkolat és szigetelés nélküli változatok felszerkezetének építési költsége lényegesen, 50-75%-kal nagyobb lesz, mint a burkolattal

készülő változatoké (hosszirányú feszítés nélkül ez az arány 15-40%). Ennek hatására a NT beton változat eddig tapasztalt 35 év után bekövetkező gazdaságossá válása a 15 m támaszközzű változat esetén a betonburkolat második cseréjének idejére tolódik, 20 m támaszközzű esetben pedig nem következik be. Ez azt jelenti, hogy nagy támaszközzű tömör feszített lemezek esetén az NT változat helyett a betonburkolat alkalmazása lehet a leggazdaságosabb megoldás.



35. ábra: Különböző támaszközzel és burkolattal készülő kéttámaszú konzolos lemezhíd kumulált költségei

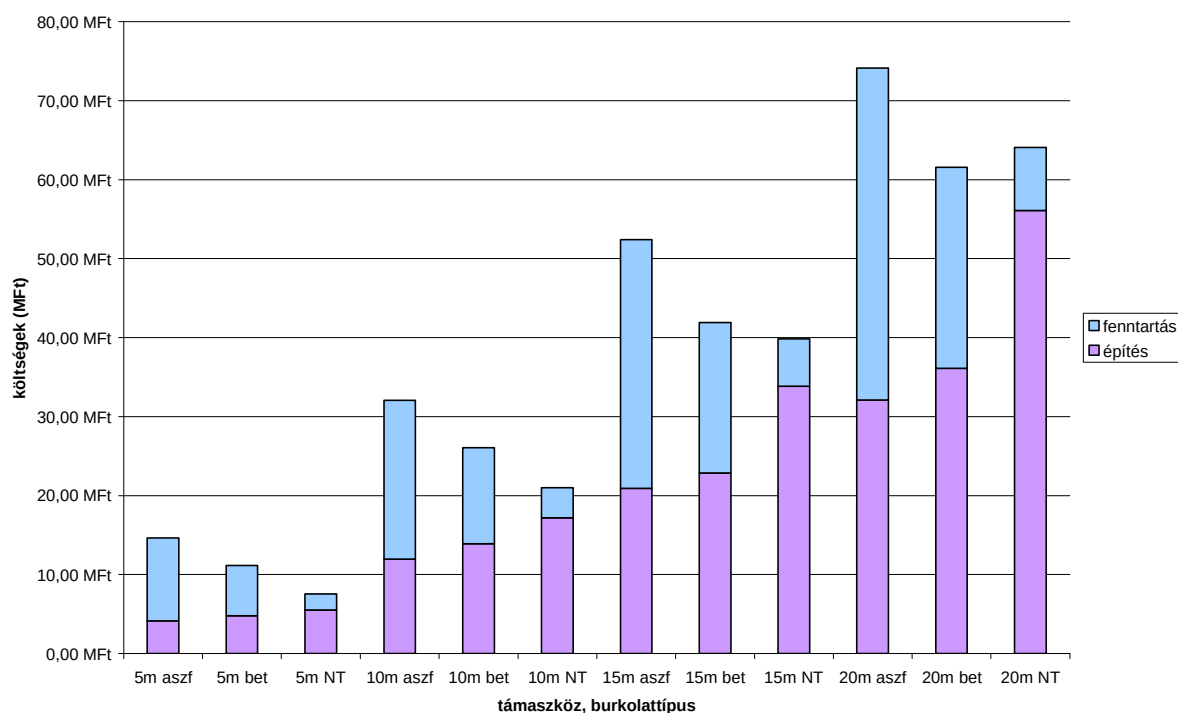


36. ábra: Különböző burkolatú konzolos lemezhíd m²-re eső építési és életciklus költségei a támaszköz függvényében

A feszítés és a teljes vastagságában nagyobb építési költségű NT beton használatának hatására természetes az 1 m²-re vonatkozó költségek is másképp alakulnak a burkolattal, illetve burkolat nélküli NT betonból készülő esetekben. Az NT betonból készülő esetekben 1 m támaszköz növekedés 10.000Ft-tal növeli a fajlagos költségeket, míg a burkolattal készülő esetekben csak 4500-5000 Ft-tal. A 36. ábra azt is megmutatja, hogy az előbbiekben már említett, kritikus támaszköz, amelynél nagyobb értékek esetén az NT változatnál gazdaságosabb megoldást nyújthat a betonburkolatú szigeteléssel készülő változat, 20 m körül található.

Az építési és fenntartási költségek arányát mutatja a 37. ábra. Az építési költség- fenntartási költség aránya a 12 híd esetén:

- aszfaltburkolatú hidak esetén: $K_e : K_f = 30\%-45\% : 70\%-55\%$
(a támaszköz növelésével az építési költség aránya egyenletesen nő)
- betonburkolatú hidak esetén: $K_e : K_f = 40\%-60\% : 60\%-40\%$
(a támaszköz növelésével az építési költség aránya egyenletesen nő)
- burkolat és szigetelés nélkül készülő NT hidak esetén: $K_e : K_f = 75\%-85\% : 25\%-15\%$
(a támaszköz növelésével az építési költség aránya egyenletesen nő)



37. ábra: Költségek alakulása különböző támaszközű és burkolatú konzolos lemezhidaknál

5.3. Állványon épített alul bordás gerendahíd

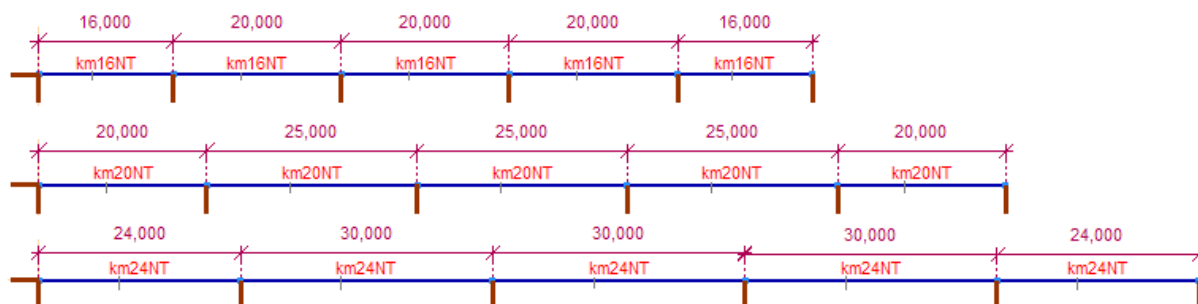
Az állványon készülő hidak gazdaságos támaszköz tartománya viszonylag szűk keretek között mozog, ezért a Móricz Zsigmond út feletti felüljáró támaszközeinek arányát megtartva $3 \times 3 = 9$ műtárgyat vizsgálunk.

A vizsgált hidak támaszközei:

- 16 m + 3 x 20 m + 16 m
- 20 m + 3 x 25 m + 20 m
- 24 m + 3 x 30 m + 24 m (Móricz Zs. út feletti felüljáró)

5.3.1. Erőtani méretezés

A Móricz Zsigmond út feletti felüljáróhoz hasonlóan a másik két fesztáv összesen hat hídjánál is hosszirányú külső szabadkábeles feszítést alkalmazunk. Ezt egészíti ki a pályalemez keresztirányú feszítése a burkolat és szigetelés nélküli NT beton pályalemezű esetekben. A fél főtartókon ébredő igénybevételek meghatározására véges elemes programban gerendamodell készült. A különböző támaszközhöz tartozó keresztmetszetek szerkezeti magasságánál a Móricz Zs. út feletti felüljárónál alkalmazott szerkezeti magasság- támaszköz arányt alkalmazzuk. A terhek redukálása lineáris kereszteloszlás alkalmazásával történik, melyben a bordák alatti ordináták, kismértékű együttdolgozás feltételezésével 0.1-0.9 értékűek lettek. A figyelembe vett terhek ebben az esetben is az önsúly, valamint a közúti forgalmi teher.



38. ábra: A vizsgált, különböző támaszközü hidak gerendamodellje

A használhatósági és teherbírési követelmények teljesüléséhez szükséges hosszirányú feszítés és NT pályalemezű esetekben keresztirányú feszítés a közelítő számítás alapján a 18. táblázat szerint alakul.

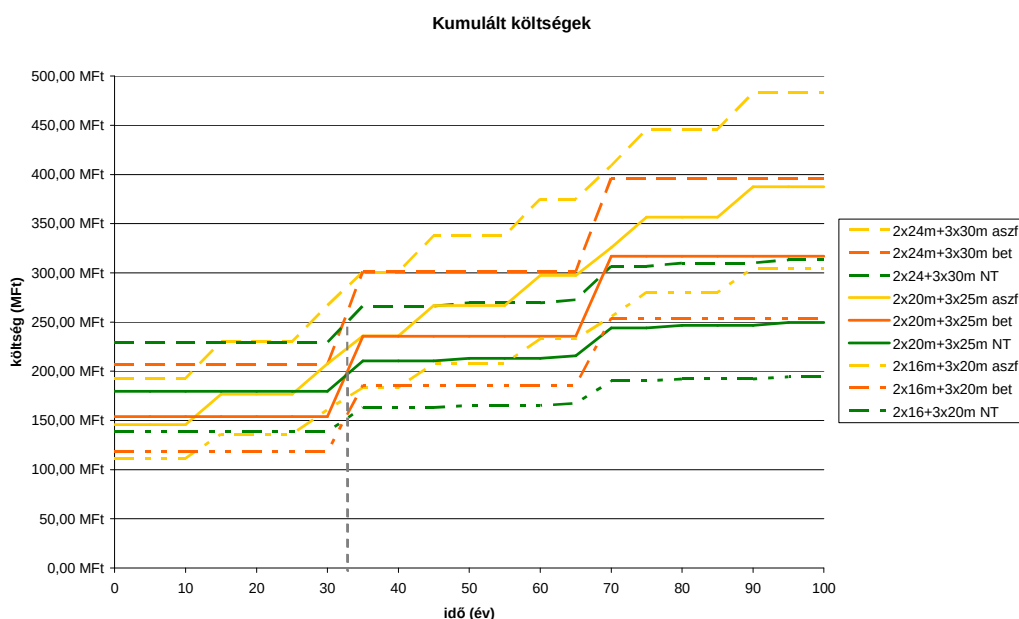
	Aszfaltburkolattal készülő változat			Betonburkolattal készülő változat			Burkolat nélküli NT változat		
Híd támaszköze (m)	2x16 m +3x20 m	2x20 m +3x25 m	2x24 m + 3x30 m	2x16 m +3x20 m	2x20 m +3x25 m	2x24 m + 3x30 m	2x16 m +3x20 m	2x20 m +3x25 m	2x24 m + 3x30 m
Hosszirányú feszítés (19 pázmás kábelek)	2x2=4 db	2x2=3 db	2x4=8 db	2x3=8 db	2x3=6 db	2x5=10 db	2x3=6 db	2x3=6 db	2x5=10 db
Hosszirányú feszítés (7 pázmás kábelek)	2x2=4 db	2x1=2 db		2x1=2 db	2x2=4db			2x2=4 db	
Keresztirányú feszítés (4 pázmás kábelek)	nem alkalmazunk						60 cm-enként		

18. táblázat: A különböző támaszközü hidak esetén szükséges feszítés

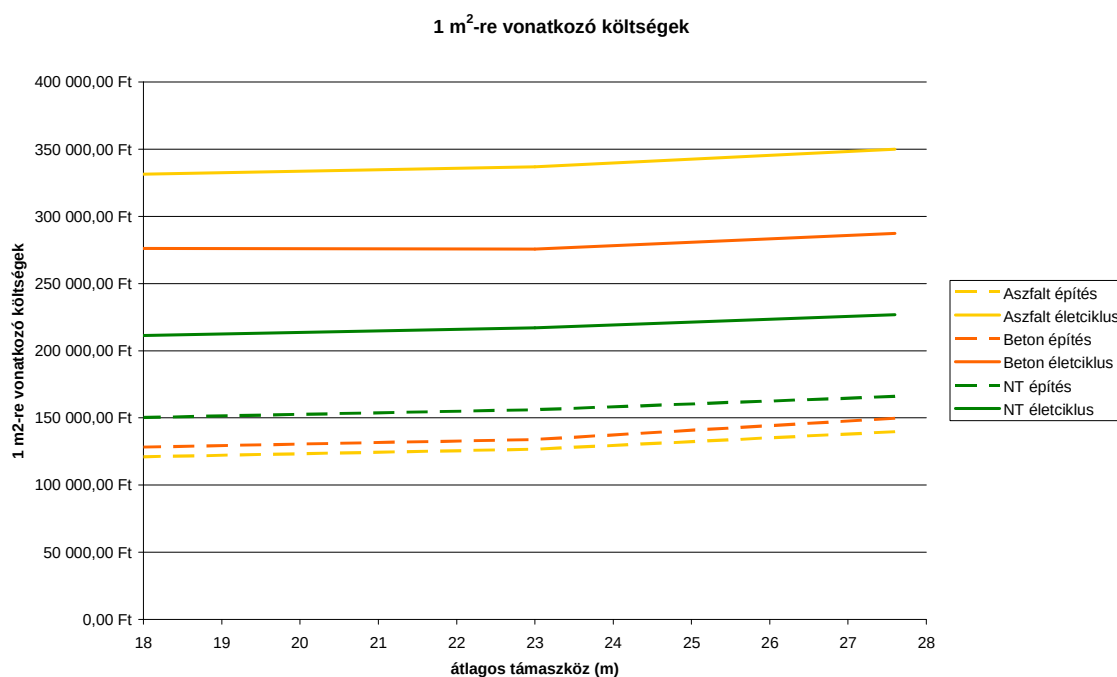
Annak érdekében, hogy gazdaságosan lehessen a szükséges feszítést kivitelezni, hosszirányba 19 és 7 pászmas kábeleket is alkalmazunk. Mivel a szerkezetek karcsúak, így az egyes támaszközök esetén a különböző változatok feszítése közti különbség nem jelentős.

5.3.2. A részleges életciklus- költségek alakulása

A számított költségek részletes bemutatását a *Számítási melléklet* tartalmazza. A kumulált költségek alakulását a 39. ábra, az 1 m^2 -re eső költségek átlagos támaszköztől való függését pedig a 40. ábra mutatja.



39. ábra: Különböző támaszközzel és burkolattal készülő alul bordás gerendahíd kumulált költségei

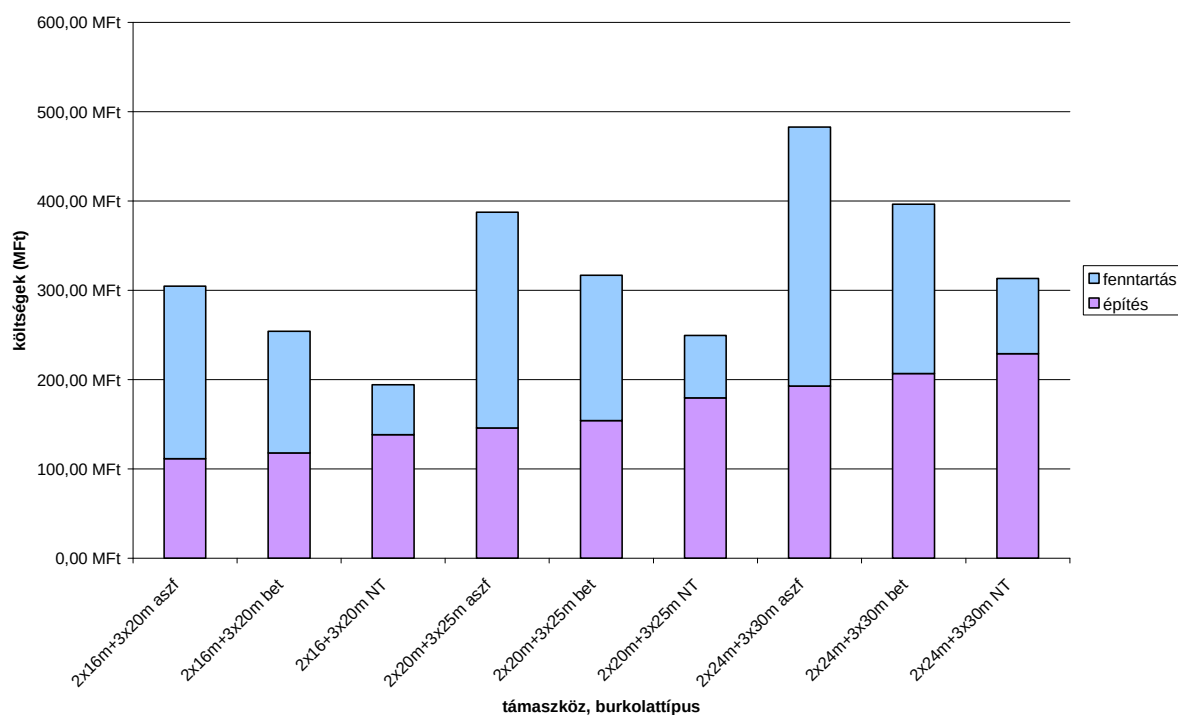


40. ábra: Különböző burkolatú alul bordás gerendahíd 1 m^2 -re eső építési és életciklus költségei a támaszköz függvényében

A karcsú szerkezeti kialakítás és a korszerű külső fesztítés, valamint a NT beton csak pályalemezben történő alkalmazása miatt a burkolat és szigetelés nélküli NT változat felszerkezetének építési költségei átlagosan csak 10-15%-kal haladják meg a betonburkolatú és 20-25%-kal az aszfaltburkolatú felszerkezet építési költségeit. A közelítőleg azonos arányok miatt mindhárom támaszköz-pár esetén a betonburkolat első cseréjétől kezdve az NT pályalemezű változat lesz a leggazdaságosabb. Az 1 m²-re eső fajlagos költségek a támaszköz növelésével csak kis mértékben, méterenként mindössze 2000 Ft-tal nőnek.

Az építési és fenntartási költségek aránya az alul bordás gerendahidak esetén az egyes változatokon belül kis ingadozást mutat (41. ábra):

- aszfaltburkolatú hidak esetén: $K_e : K_f = 35\%-40\% : 65\%-60\%$
(a támaszköz növelésével az építési költség aránya kis mértékben nő)
- betonburkolatú hidak esetén: $K_e : K_f = 45\%-50\% : 55\%-50\%$
(a támaszköz növelésével az építési költség aránya kis mértékben nő)
- burkolat és szigetelés nélkül készülő NT hidak esetén: $K_e : K_f = 70\%-75\% : 25\%-15\%$
(a támaszköz növelésével az építési költség aránya kis mértékben nő)



41. ábra: Költségek alakulása különböző támaszközű és burkolatú alul bordás gerendahidaknál

6. Következtetések, összefoglalás

Az esettanulmányok és támaszközök változtatásával elvégzett vizsgálatok során tapasztaltakból levonható következtetések:

NT hidakkal kapcsolatos általános következtetések:

- a NT beton alkalmazása gazdaságos lehet mind olyan esetekben, amikor a teljes szerkezet NT betonból, készül, mind pedig részleges alkalmazása esetén
- a szokásos hídépítési módszerek alkalmazhatóak NT hidak építésekor is, a megnövekedett építési költséget az eltérő anyagminőségek és mennyiségek okozzák
- feszítés nélküli, kéttámaszú hídszerkezetek esetén a szigetelés és burkolat nélküli kialakítás az eredendően nyomott felső öv miatt egyszerű és gazdaságilag előnyös
- többtámaszú gerendahidak esetén a burkolat és szigetelés nélküli kialakítás csak feszítéssel együtt kivitelezhető, ugyanakkor az ebből adódó építési többletköltségek a fenntartás során megtérülnek

Az életciklus költségekkel kapcsolatos következtetések:

- a vizsgált esetek 80%-ában a burkolat és szigetelés nélküli NT pályalemezzel készülő változat választása jár a legkisebb életciklus költséggel
- a burkolat és szigetelés nélküli NT hidak életciklus költsége
 - az aszfaltburkolattal készülő változatok költségeinek átlagosan 65-75%-a
 - a betonburkolattal készülő változatok költségeinek átlagosan 80-90%-a
- az burkolat és szigetelés nélküli NT beton változatok költségekben jelentkező előnye a betonburkolatokkal szemben a betonburkolat első vagy második cseréjekor jelentkezik (35, 70 év)
- az életciklus költségeken belül az építési és fenntartási költségek arányai jelentősen eltérhetnek a különböző kialakítások esetén, az átlagos arány:
 - aszfaltburkolatú hidak esetén átlagosan:
 $K_e : K_f = 45\% : 55\%$
 - betonburkolatú hidak esetén átlagosan:
 $K_e : K_f = 55\% : 45\%$
 - burkolat és szigetelés nélkül készülő NT hidak esetén átlagosan: $K_e : K_f = 80\% : 20\%$
- az 1 m²-re vonatkozó költségek a támaszköz növelésével szerkezettípusonként eltérő mértékben lineárisan növekednek

Hivatkozások

- [01] **fib** bulletin 44: Concrete structure management: Guide to ownership and good practice
fédération internationale du béton (**fib**), 2008
ISSN 1562-3610, ISBN 978-2-88394-084-0
- [02] **fib** bulletin 17: Management, maintenance and strengthening of concrete structures
fédération internationale du béton (**fib**), 2002
ISSN 1562-3610, ISBN 2-88394-057-6
- [03] **fib** bulletin 22: Monitoring and safety evaluation of existing concrete structures
fédération internationale du béton (**fib**), 2003
ISSN 1562-3610, ISBN 2-88394-062-2
- [04] Matthews, Jacobs, Stipanovic, Oslakovic, Cleland: Concrete structure ownership and management: part 1
Structural Concrete, Journal of the **fib**, Volume 10, Number 2, June 2009
- [05] National Cooperative Highway Research Program Report 483, 12-43 Bridge Life-cycle Cost Analysis Guidance Manual, 2003
- [06] Ambrus K., Gáspár L., Keleti I., Pallós I.:
A pályaszerkezet-rehabilitáció lehetséges megoldásai az M0-s útgűrű déli szektorában az autópályává fejlesztés keretében
Közúti és Mélyépítési Szemle, 58 évfolyam, 3-4. szám, 2008. április
- [07] Magyar Útügyi Társaság e-UT07.01.17. Tervezési útmutató, 21. Szigetelés és aszfaltburkolat nélküli NT-betonból készülő híd felszerkezetek tervezése és építése
- [08] Farkas Gy., Huszár Zs., Kovács T., Szalai K.:
EC Betonszerkezetek méretezése az Eurocode alapján
ISBN 978 963 9535 46 6, TERC Kft. 2006,2008
- [09] Deák Gy., Draskóczy A., Dulácska E., Kollár L., Visnovitz Gy.:
Vasbetonszerkezetek – Tervezés az Eurocode alapján
2. javított kiadás, Springer Média Kft. kiadványa, Budapest, 2007
- [10] Szekrényes keresztmetszetű, kéttámaszú, utófeszített vasbeton közúti híd,
Segédlet v2.1
Összeállította: Kovács Tamás, BME Hidak és Szerkezetek Tanszék
Budapest, 2008. szeptember
- [11] Szili Péter (Utiber Közúti Beruházó Kft.) előadása: M7 autópálya Ordacsehi-Balatonkeresztúr szakasz építése 2004-2006, Az S65 számú aluljáró kivitelezése
- [12] Dr. Farkas János előadása: Az első magyar nagyszilárdságú/ nagy teljesítőképességű (NT/NSZ) vasbeton híd tervezése és építése az M-7-es autópályán
- [13] Laczák Lili: Az M0 autópályát új Dulácska völgyhídjának tervezése
Nyilvántartási szám: BSc-B-HS-053/2011
Konzulensek: Kovács Tamás, Kisbán Sándor

Számítási melléklet

1.	Az esettanulmányok hídjainak költségszámítása	- 2 -
1.1.	Az M0 autóút Dulácska völgyhídjának költségei	- 2 -
1.2.	A 2112. jelű út Vadaskerti út feletti felüljáró költségei	- 2 -
1.2.1.	Építési költségek	- 2 -
1.2.2.	Fenntartási költségek	- 2 -
1.2.3.	Részleges életciklus- költségek	- 3 -
1.3.	A 2112. jelű út Móricz Zsigmond út feletti felüljáró költségei	- 4 -
1.3.1.	Építési költségek	- 4 -
1.3.2.	Fenntartási költségek	- 4 -
1.3.3.	Részleges életciklus- költségek	- 5 -
2.	A támaszköz hatásának vizsgálata során számított hidak költségei	- 6 -
2.1.	Szakaszos előretolással készülő ikerszekrényes gerendahidak költségei	- 6 -
2.1.1.	Építési költségek	- 6 -
2.1.1.1.	5x30 m támaszközű híd	- 6 -
2.1.1.2.	5x48 m támaszközű híd	- 7 -
2.1.1.3.	5x60 m támaszközű híd	- 7 -
2.1.2.	Fenntartási költségek	- 8 -
2.1.2.1.	5x30 m támaszközű híd	- 8 -
2.1.2.2.	5x48 m támaszközű híd	- 9 -
2.1.2.3.	5x60 m támaszközű híd	- 10 -
2.1.3.	Részleges életciklus- költségek	- 11 -
2.2.	Kéttámaszú konzolos lemezhidak költségei	- 11 -
2.2.1.	Építési költségek	- 11 -
2.2.1.1.	5 m támaszközű híd	- 11 -
2.2.1.2.	15 m támaszközű híd	- 12 -
2.2.1.3.	20 m támaszközű híd	- 12 -
2.2.2.	Fenntartási költségek	- 13 -
2.2.2.1.	5 m támaszközű híd	- 13 -
2.2.2.2.	15 m támaszközű híd	- 14 -
2.2.2.3.	20 m támaszközű híd	- 14 -
2.2.3.	Részleges életciklus- költségek	- 15 -
2.3.	Állványon épített alul bordás gerendahidak költségei	- 15 -
2.3.1.	Építési költségek	- 15 -
2.3.1.1.	2x16 m+ 3x20 m támaszközű híd	- 15 -
2.3.1.2.	2x20 m+ 3x25 m támaszközű híd	- 16 -
2.3.2.	Fenntartási költségek	- 17 -
2.3.2.1.	2x16 m+ 3x20 m támaszközű híd	- 17 -
2.3.2.2.	2x20 m+ 3x25 m támaszközű híd	- 17 -
2.3.3.	Részleges életciklus- költségek	- 18 -

1. Az esettanulmányok hídjainak költségszámítása

1.1. Az M0 autóút Dulácska völgyhídjának költségei

A híd költségeinek részletes számítását a TDK dolgozat tartalmazza.

1.2. A 2112. jelű út Vadaskerti út feletti felüljáró költségei

1.2.1. Építési költségek

Aszfaltburkolattal készülő (eredeti) változat																		
				Mennyiség						Költség				Összesen				
		Keresztmetszet	Egység	Hossz		Egység		Teljes		Egység		Egységár	Egység					
Tartószerkezeti elemek																		
	Vasbeton	4,8485	m²	10,9		m		52,85		m³		150 000 Ft		/m³		7 927 298 Ft		
Aszfalt burkolat																		
	4 cm kopóréteg	0,36	m²	10,9		m		3,92		m³		65 000 Ft		/m³		255 060 Ft		
	6 cm kötőréteg	0,54	m²	10,9		m		5,89		m³		47 000 Ft		/m³		276 642 Ft		
	4 cm védőréteg	0,36	m²	10,9		m		3,92		m³		175 000 Ft		/m³		686 700 Ft		
	RMA szigetelés	9	m	10,9		m		98,10		m²		10 000 Ft		/m²		981 000 Ft		
Tartozékok																		
	Szegély	0,53	m²	10,9		m		5,78		m³		50 000 Ft		/m³		288 850 Ft		
	BV bevonat	7,6	m	10,9		m		82,84		m²		7 000 Ft		/m²		579 880 Ft		
	Biztonsági korlát	2		10,9		m		21,80		m		45 000 Ft		/m		981 000 Ft		
																	11 976 430 Ft	

Betonburkolattal készülő változat																		
		Mennyiség						Költség				Összesen						
		Keresztmetszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység									
Tartószerkezeti elemek																		
	Vasbeton	5,6755	m²	10,9	m	61,86	m³	150 000 Ft	/m³				9 279 443 Ft					
Beton burkolat																		
	építése	2,34	m²	10,9	m	25,51	m³	65 000 Ft	/m³				1 657 890 Ft					
	érdesítése	9	m	10,9	m	98,10	m²	300 Ft	/m²				29 430 Ft					
	hézagkiöntés	9	m/3m	10,9	m	32,70	m	3 000 Ft	/m				98 100 Ft					
	RMA szigetelés	9	m	10,9	m	98,10	m²	10 000 Ft	/m²				981 000 Ft					
Tartozékok																		
	Szegély	0,53	m²	10,9	m	5,78	m³	50 000 Ft	/m³				288 850 Ft					
	BV bevonat	7,6	m	10,9	m	82,84	m²	7 000 Ft	/m²				579 880 Ft					
	Biztonsági korlát	2		10,9	m	21,80	m	45 000 Ft	/m				981 000 Ft					
													13 895 593 Ft					

Burkolat nélküli készülő NT változat											
		Mennyiség					Költség		Összesen		
	Keresztmetszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység			
Tartószerkezeti elemek											
	Feszítőkábel	0,07	t	10,9	m	0,81	t	1 000 000 Ft	/t	808 895 Ft	
	Vasbeton	4,435	m²	10,9	m	48,34	m³	300 000 Ft	/m³	14 502 450 Ft	
Tartozékok											
	Szegély	0,53	m²	10,9	m	5,78	m³	50 000 Ft	/m³	288 850 Ft	
	BV bevonat	7,6	m	10,9	m	82,84	m²	7 000 Ft	/m²	579 880 Ft	
	Biztonsági korlát	2		10,9	m	21,80	m	45 000 Ft	/m	981 000 Ft	
										17 161 075 Ft	

1.2.2. Fenntartási költségek

Aszfaltburkolat egyszeri cseréjéből adódó költségek			Mennyiség				Költség				
			K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység		Egységár	Egység
	burkolat bontása		1,26	m²	10,9	m	13,734	m³	40 000 Ft	m³	549 360 Ft
	4 cm kopóréteg		0,36	m²	10,9	m	3,924	m³	65 000 Ft	m³	255 060 Ft
	6 cm kötőréteg		0,54	m²	10,9	m	5,886	m³	47 000 Ft	m³	276 642 Ft
	4 cm védőréteg		0,36	m²	10,9	m	3,924	m³	175 000 Ft	m³	686 700 Ft
											1 767 762 Ft

Betonburkolat egyszeri cseréjéből adódó költségek		Mennyiség				Költség		
		K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	
	bontása	2,34	m²	10,9	m	25,51	m³	1 147 770 Ft
	építése	2,34	m²	10,9	m	25,51	m³	1 657 890 Ft
	érdesítése	9	m	10,9	m	98,10	m²	29 430 Ft
Burkolat cseréje:								2 835 090 Ft

Tartozékok egyszeri cseréjéből adódó költségek		Mennyiség				Költség		
		K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	
	Szegély	0,53	m²	10,9	m	5,78	m³	288 850 Ft
	RMA szigetelés	9	m	10,9	m	98,10	m²	981 000 Ft
	Biztonsági korlát	2	m	10,9	m	21,80	m	981 000 Ft
Szegély, tartozékok cseréje:								2 250 850 Ft

		Gyakoriság	Mennyiség					Költség		Összesen 100 évre	
			K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár		Egység
Aszfaltburkolatú változat											
	4 cm kopóréteg	15 év	0,36	m²	10,9	m	3,924	m³	65 000 Ft	m³	1 530 360 Ft
	6 cm kötőréteg	15 év	0,54	m²	10,9	m	5,886	m³	47 000 Ft	m³	1 659 852 Ft
	4 cm védőréteg	15 év	0,36	m²	10,9	m	3,924	m³	175 000 Ft	m³	4 120 200 Ft
	bontása	15 év	1,26	m²	10,9	m	13,734	m³	40 000 Ft	m³	3 296 160 Ft
Tartozékok											
	Szegély	35 év	0,53	m²	10,9	m	5,78	m³	50 000 Ft	/m³	577 700 Ft
	RMA szigetelés	15 év	9	m	10,9	m	98,10	m²	10 000 Ft	/m²	5 886 000 Ft
	BV bevonat vagy korrózióvédelem	10 év	7,6	m	10,9	m	82,84	m²	7 000 Ft	/m²	- Ft
	Biztonsági korlát	35 év	2	m	10,9	m	21,80	m	45 000 Ft	/m	1 962 000 Ft
Összesített költség 100 évre:										20 091 752 Ft	

		Gyakoriság	Mennyiség					Költség		Összesen 100 évre	
			K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár		Egység
Beton burkolatú változat											
	építése	35 év	2,34	m²	10,9	m	25,506	m³	65 000 Ft	/m³	3 315 780 Ft
	érdesítése	15 év	9	m	10,9	m	98,10	m²	300 Ft	/m²	176 580 Ft
	bontása	35 év	2,34	m²	10,9	m	25,506	m³	45 000 Ft	/m³	2 295 540 Ft
	hézagkiöntés	5 év	9	m/3m	10,9	m	32,70	m	3 000 Ft	/m	1 863 900 Ft
Tartozékok											
	Szegély	35 év	0,53	m²	10,9	m	5,78	m³	50 000 Ft	/m³	577 700 Ft
	RMA szigetelés	35 év	9	m	10,9	m	98,10	m²	10 000 Ft	/m²	1 962 000 Ft
	BV bevonat vagy korrózióvédelem	10 év	7,6	m	10,9	m	82,84	m²	7 000 Ft	/m²	- Ft
	Biztonsági korlát	35 év	2	m	10,9	m	21,80	m	45 000 Ft	/m	1 962 000 Ft
							Összesített költség 100 évre:				12 153 500 Ft

Burkolat nélkül készülő beton változat										
	Gyakoriság	Mennyiség					Költség		Összesen 100 évre	
		K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár		Egység
Utólagos aszfalt kopóréteg felhordása	15 év	0,36	m²	10,9	m	3,924	m³	65 000 Ft	/m³	1 275 300 Ft
Tartozékok										
Szegély	35 év	0,53	m²	10,9	m	5,78	m³	50 000 Ft	/m³	577 700 Ft
BV bevonat vagy korrózióvédelem	10 év	7,6	m	10,9	m	82,84	m²	7 000 Ft	/m²	- Ft
Biztonsági korlát	35 év	2		10,9	m	21,80		45 000 Ft	/m	1 962 000 Ft
							Összesített költség 100 évre:		3 815 000 Ft	

1.2.3. Részleges életciklus- költségek

	Építési költség	Fenntartási költség	Összesen
Aszfaltburkolatú változat	11,98 MFt	20,09 MFt	32,07 MFt
Betonburkolatú változat	13,90 MFt	12,15 MFt	26,05 MFt
Burkolat nélkül készülő NT v.	17,16 MFt	3,82 MFt	20,98 MFt

1.3. A 2112. jelű út Móricz Zsigmond út feletti felüljáró költségei

1.3.1. Építési költségek

Aszfaltburkolattal készülő (eredeti) változat									
	Keresztmetszet	Egység	Mennyiség				Költség		Összesen
			Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	
Tartószerkezeti elemek									
Vasbeton	4,69	m²	138	m	646,63	m³	150 000 Ft	/m³	96 994 500 Ft
Feszítőkábel	0,19	t	140	m	26,73	t	1 000 000 Ft	/t	26 727 680 Ft
Aszfalt burkolat									
4 cm kopóréteg	0,36	m²	138	m	49,68	m³	65 000 Ft	/m³	3 229 200 Ft
6 cm kötőréteg	0,54	m²	138	m	74,52	m³	47 000 Ft	/m³	3 502 440 Ft
4 cm védőréteg	0,36	m²	138	m	49,68	m³	175 000 Ft	/m³	8 694 000 Ft
Tartozékok									
Szegély	1,12	m²	138	m	154,56	m³	50 000 Ft	/m³	7 728 000 Ft
RMA szigetelés	9	m	138	m	1242,00	m²	10 000 Ft	/m²	12 420 000 Ft
BV bevonat	7,6	m	138	m	1048,80	m²	7 000 Ft	/m²	7 341 600 Ft
Zajvédő fal	2		138	m	276,00		50 000 Ft	/m	13 800 000 Ft
Biztonsági korlát	2		138	m	276,00	m	45 000 Ft	/m	12 420 000 Ft
									192 857 420 Ft
Betonburkolattal készülő változat									
	Keresztmetszet	Egység	Mennyiség				Költség		Összesen
			Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	
Tartószerkezeti elemek									
Vasbeton	4,69	m²	138	m	646,63	m³	150 000 Ft	/m³	96 994 500 Ft
Feszítőkábel	0,24	t	140	m	33,41	t	1 000 000 Ft	/t	33 409 600 Ft
Beton burkolat									
építése	2,34	m²	138	m	322,92	m³	65 000 Ft	/m³	20 989 800 Ft
érdesítése	9	m	138	m	1242,00	m²	300 Ft	/m²	372 600 Ft
hézagiöntés	9	m/3m	138	m	414,00	m	3 000 Ft	/m	1 242 000 Ft
Tartozékok									
Szegély	1,12	m²	138	m	154,56	m³	50 000 Ft	/m³	7 728 000 Ft
RMA szigetelés	9	m	138	m	1242,00	m²	10 000 Ft	/m²	12 420 000 Ft
BV bevonat	7,6	m	138	m	1048,80	m²	7 000 Ft	/m²	7 341 600 Ft
Zajvédő fal	2		138	m	276,00		50 000 Ft	/m	13 800 000 Ft
Biztonsági korlát	2		138	m	276,00	m	45 000 Ft	/m	12 420 000 Ft
									206 718 100 Ft
Burkolat nélkül készülő NT változat									
	Keresztmetszet	Egység	Mennyiség				Költség		Összesen
			Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	
Tartószerkezeti elemek									
Feszítőkábel	0,32	t	140	m	45,33	t	1 000 000 Ft	/t	45 325 900 Ft
Vasbeton	2,49	m²	138	m	343,03	m³	150 000 Ft	/m³	51 454 500 Ft
Vasbeton (NT)	2,20	m²	138	m	303,60	m³	300 000 Ft	/m³	91 080 000 Ft
Tartozékok									
Szegély	1,12	m²	138	m	154,56	m³	50 000 Ft	/m³	7 728 000 Ft
BV bevonat	7,6	m	138	m	1048,80	m²	7 000 Ft	/m²	7 341 600 Ft
Zajvédő fal	2		138	m	276,00		50 000 Ft	/m	13 800 000 Ft
Biztonsági korlát	2		138	m	276,00	m	45 000 Ft	/m	12 420 000 Ft
									229 150 000 Ft

1.3.2. Fenntartási költségek

Aszfaltburkolat egyszeri cseréjéből adódó költségek									
	K.metszet	Egység	Mennyiség				Költség		
			Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	
burkolat bontása	1,26	m²	138	m	173,88	m³	40 000 Ft	m³	6 955 200 Ft
4 cm kopóréteg	0,36	m²	138	m	49,68	m³	65 000 Ft	m³	3 229 200 Ft
6 cm kötőréteg	0,54	m²	138	m	74,52	m³	47 000 Ft	m³	3 502 440 Ft
4 cm védőréteg	0,36	m²	138	m	49,68	m³	175 000 Ft	m³	8 694 000 Ft
									22 380 840 Ft
Betonburkolat egyszeri cseréjéből adódó költségek									
	K.metszet	Egység	Mennyiség				Költség		
			Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	
bontása	2,34	m²	138	m	322,92	m³	45 000 Ft	/m³	14 531 400 Ft
építése	2,34	m²	138	m	322,92	m³	65 000 Ft	/m³	20 989 800 Ft
érdesítése	9	m	138	m	1242,00	m²	300 Ft	/m²	372 600 Ft
							Burkolat cseréje:		35 893 800 Ft

Tartozékok										
	Szegély	1,12	m²	138	m	154,56	m³	50 000 Ft	/m³	7 728 000 Ft
	RMA szigetelés	9	m	138	m	1242,00	m²	10 000 Ft	/m²	12 420 000 Ft
	Biztonsági korlát	2		138	m	276,00	m	45 000 Ft	/m	12 420 000 Ft
	Zajvédő fal	2		138	m	276,00	m	50 000 Ft	/m	13 800 000 Ft
	Szegély, tartozékok cseréje:									46 368 000 Ft

		Gyakoriság		Mennyiség					Költség		Összesen	
				K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	100 évre
Aszfaltburkolatú változat												
	4 cm kopóréteg	15 év		0,36	m²	138	m	49,68	m³	65 000 Ft	m³	19 375 200 Ft
	6 cm kötőréteg	15 év		0,54	m²	138	m	74,52	m³	47 000 Ft	m³	21 014 640 Ft
	4 cm védőréteg	15 év		0,36	m²	138	m	49,68	m³	175 000 Ft	m³	52 164 000 Ft
	bontása	15 év		1,26	m²	138	m	173,88	m³	40 000 Ft	m³	41 731 200 Ft
Tartozékok												
	Szegély	35 év		1,12	m²	138	m	154,56	m³	50 000 Ft	/m³	15 456 000 Ft
	RMA szigetelés	15 év		9	m	138	m	1242,00	m²	10 000 Ft	/m²	74 520 000 Ft
	BV bevonat vagy korrózióvédelem	10 év		15,2	m	138	m	2097,60	m²	7 000 Ft	/m²	- Ft
	Biztonsági korlát	35 év		2		138	m	276,00	m	45 000 Ft	/m	24 840 000 Ft
	Zajvédő fal	35 év		2		138	m	276,00	m	50 000 Ft	/m	27 600 000 Ft
	Összesített költség 100 évre:											290 114 640 Ft

	Gyakoriság	Mennyiség					Költség		Összesen 100 évre	
		K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár		Egység
Betonburkolatú változat										
építése	35 év	2,34	m²	138	m	322,92	m³	65 000 Ft	/m³	41 979 600 Ft
érdesítése	15 év		9m	138	m	1242,00	m²	300 Ft	/m²	2 235 600 Ft
bontása	35 év	2,34	m²	138	m	322,92	m³	45 000 Ft	/m³	29 062 800 Ft
hézagkiöntés	5 év		9 m/3m	138	m	414,00	m	3 000 Ft	/m	23 598 000 Ft
Tartozékok										
Szegély	35 év	1,12	m²	138	m	154,56	m³	50 000 Ft	/m³	15 456 000 Ft
RMA szigetelés	35 év		9m	138	m	1242,00	m²	10 000 Ft	/m²	24 840 000 Ft
BV bevonat	10 év	15,2	m	138	m	2097,60	m²	7 000 Ft	/m²	- Ft
Biztonsági korlát	35 év		2	138	m	276,00	m	45 000 Ft	/m	24 840 000 Ft
Zajvédő fal	35 év	2		138	m	276,00	m	50 000 Ft	/m	27 600 000 Ft
Összesített költség 100 évre:										189 612 000 Ft

Burkolat nélkül készülő beton változat										
	Gyakoriság	Mennyiség						Költség		Összesen 100 évre
		K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	
	Utólagos aszfalt kopóréteg felhordása	15 év	0,36	m²	138	m	49,68	m³	65 000 Ft	16 146 000 Ft
Tartozékok										
	Szegély	35 év	1,12	m²	138	m	154,56	m³	50 000 Ft	15 456 000 Ft
	BV bevonat	10 év	15,2	m	138	m	2097,60	m²	7 000 Ft	- Ft
	Biztonsági korlát	35 év	2		138	m	276,00	m	45 000 Ft	24 840 000 Ft
	Zajvédő fal	35 év	2		138	m	276,00	m	50 000 Ft	27 600 000 Ft
	Összesített költség 100 évre:									84 042 000 Ft

1.3.3. Részleges életciklus- költségek

	Építési költség	Fenntartási költség	Összesen
Aszfaltburkolatú változat	192,86 MFt	290,11 MFt	482,97 MFt
Betonburkolatú változat	206,72 MFt	189,61 MFt	396,33 MFt
Burkolat nélkül készülő NT v.	229,15 MFt	84,04 MFt	313,19 MFt

2. A támaszköz hatásának vizsgálata során számított hidak költségei

2.1. Szakaszos előretolással készülő ikerszekrényes gerendahidak költségei

2.1.1. Építési költségek

2.1.1.1. 5x30 m támaszközü híd

Aszfalt burkolattal készülő változat										
		Mennyiség					Költség		Összesen	
	Keresztmetsz	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység		
Tartószerkezeti elemek										
	Feszítőkábel	0,28	t	151,4	m	42,79	t	1 000 000 Ft	/t	42 785 640 Ft
	Vasbeton	12,4	m^2	151,4	m	1877,36	m^3	150 000 Ft	/m^3	281 604 000 Ft
Aszfalt burkolat										
	RMA szigetelés	18	m	151,4	m	2725,2	m^2	10 000 Ft	/m^2	27 252 000 Ft
	4 cm kopóréteg	0,72	m^2	151,4	m	109,008	m^3	65 000 Ft	m^3	7 085 520 Ft
	6 cm kötőréteg	1,08	m^2	151,4	m	163,512	m^3	47 000 Ft	m^3	7 685 064 Ft
	4 cm védőréteg	0,72	m^2	151,4	m	109,008	m^3	175 000 Ft	m^3	19 076 400 Ft
Tartozékok										
	Szegély	1,3	m^2	151,4	m	196,82	m^3	50 000 Ft	/m^3	9 841 000 Ft
	BV bevonat	13	m	151,4	m	1968,2	m^2	7 000 Ft	/m^2	13 777 400 Ft
	Biztonsági korlát	2		151,4	m	302,8	m	45 000 Ft	/m	13 626 000 Ft
	Zajvédő fal	1		151,4	m	151,4	m	50 000 Ft	/m	7 570 000 Ft
									430 303 024 Ft	
Beton burkolattal készülő változat										
		Mennyiség					Költség		Összesen	
	Keresztmetsz	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység		
Tartószerkezeti elemek										
	Feszítőkábel	0,28	t	151,4	m	42,79	t	1 000 000 Ft	/t	42 785 640 Ft
	Vasbeton	12,4	m^2	151,4	m	1877,36	m^3	150 000 Ft	/m^3	281 604 000 Ft
Beton burkolat										
	RMA szigetelés	18	m	151,4	m	2725,20	m^2	10 000 Ft	/m^2	27 252 000 Ft
	építése	5,4	m^2	151,4	m	817,56	m^3	65 000 Ft	/m^3	53 141 400 Ft
	érdesítése	18	m	151,4	m	2725,20	m^2	300 Ft	/m^2	817 560 Ft
	hézagkiöntés	18	m/3m	151,4	m	908,40	m	3 000 Ft	/m	2 725 200 Ft
Tartozékok										
	Szegély	1,3	m^2	151,4	m	196,82	m^3	50 000 Ft	/m^3	9 841 000 Ft
	BV bevonat	13	m	151,4	m	1968,20	m^2	7 000 Ft	/m^2	13 777 400 Ft
	Biztonsági korlát	2		151,4	m	302,80	m	45 000 Ft	/m	13 626 000 Ft
	Zajvédő fal	1		151,4	m	151,40	m	50 000 Ft	/m	7 570 000 Ft
									453 140 200 Ft	
									121002,2724	
Burkolat nélkül készülő NT változat										
		Mennyiség					Költség		Összesen	
	Keresztmetsz	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység		
Tartószerkezeti elemek										
	Feszítőkábel	0,49	t	151,4	m	73,87	t	1 000 000 Ft	/t	73 868 060 Ft
	Vasbeton									
	szekrény	7,2	m^2	151,4	m	1090,08	m^3	150 000 Ft	/m^3	163 512 000 Ft
	pályalemez	8,2	m^2	151,4	m	1241,48	m^3	250 000 Ft	/m^3	310 370 000 Ft
Tartozékok										
	Szegély	1,3	m^2	151,4	m	196,82	m^3	50 000 Ft	/m^3	9 841 000 Ft
	BV bevonat	13	m	151,4	m	1968,20	m^2	7 000 Ft	/m^2	13 777 400 Ft
	Biztonsági korlát	2		151,4	m	302,80	m	45 000 Ft	/m	13 626 000 Ft
	Zajvédő fal	1		151,4	m	151,40	m	50 000 Ft	/m	7 570 000 Ft
									592 564 460 Ft	

2.1.1.2. 5x48 m támaszközű híd

Aszfalt burkolattal készülő változat									
	Keresztmetszet	Egység	Mennyiség				Költség		Összesen
			Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	
Tartószerkezeti elemek									
Feszítőkábel	0,57	t	241,4	m	136,44	t	1 000 000 Ft	/t	136 439 280 Ft
Vasbeton	14,4	m ²	241,4	m	3476,16	m ³	150 000 Ft	/m ³	521 424 000 Ft
Aszfalt burkolat									
RMA szigetelés	18	m	241,4	m	4345,2	m ²	10 000 Ft	/m ²	43 452 000 Ft
4 cm kopóréteg	0,72	m ²	241,4	m	173,808	m ³	65 000 Ft	m ³	11 297 520 Ft
6 cm kötőréteg	1,08	m ²	241,4	m	260,712	m ³	47 000 Ft	m ³	12 253 464 Ft
4 cm védőréteg	0,72	m ²	241,4	m	173,808	m ³	175 000 Ft	m ³	30 416 400 Ft
Tartozékok									
Szegély	1,3	m ²	241,4	m	313,82	m ³	50 000 Ft	/m ³	15 691 000 Ft
BV bevonat	13	m	241,4	m	3138,2	m ²	7 000 Ft	/m ²	21 967 400 Ft
Biztonsági korlát	2		241,4	m	482,8	m	45 000 Ft	/m	21 726 000 Ft
Zajvédő fal	1		241,4	m	241,4	m	50 000 Ft	/m	12 070 000 Ft
									826 737 064 Ft
Beton burkolattal készülő változat									
	Keresztmetszet	Egység	Mennyiség				Költség		Összesen
			Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	
Tartószerkezeti elemek									
Feszítőkábel	0,57	t	241,4	m	136,44	t	1 000 000 Ft	/t	136 439 280 Ft
Vasbeton	14,4	m ²	241,4	m	3476,16	m ³	150 000 Ft	/m ³	521 424 000 Ft
Beton burkolat									
RMA szigetelés	18	m	241,4	m	4345,20	m ²	10 000 Ft	/m ²	43 452 000 Ft
építése	5,4	m ²	241,4	m	1303,56	m ³	65 000 Ft	/m ³	84 731 400 Ft
érdesítése	18	m	241,4	m	4345,20	m ²	300 Ft	/m ²	1 303 560 Ft
hézagkiöntés	18	m/3m	241,4	m	1448,40	m	3 000 Ft	/m	4 345 200 Ft
Tartozékok									
Szegély	1,3	m ²	241,4	m	313,82	m ³	50 000 Ft	/m ³	15 691 000 Ft
BV bevonat	13	m	241,4	m	3138,20	m ²	7 000 Ft	/m ²	21 967 400 Ft
Biztonsági korlát	2		241,4	m	482,80	m	45 000 Ft	/m	21 726 000 Ft
Zajvédő fal	1		241,4	m	241,40	m	50 000 Ft	/m	12 070 000 Ft
									863 149 840 Ft
									230487,3681
Burkolat nélkül készülő NT változat									
	Keresztmetszet	Egység	Mennyiség				Költség		Összesen
			Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	
Tartószerkezeti elemek									
Feszítőkábel	0,70	t	241,4	m	168,94	t	1 000 000 Ft	/t	168 943 790 Ft
Vasbeton									
szekrény	9	m ²	241,4	m	2172,60	m ³	150 000 Ft	/m ³	325 890 000 Ft
pályalemez	8,2	m ²	241,4	m	1979,48	m ³	250 000 Ft	/m ³	494 870 000 Ft
Tartozékok									
Szegély	1,3	m ²	241,4	m	313,82	m ³	50 000 Ft	/m ³	15 691 000 Ft
BV bevonat	13	m	241,4	m	3138,20	m ²	7 000 Ft	/m ²	21 967 400 Ft
Biztonsági korlát	2		241,4	m	482,80	m	45 000 Ft	/m	21 726 000 Ft
Zajvédő fal	1		241,4	m	241,40	m	50 000 Ft	/m	12 070 000 Ft
									1 061 158 190 Ft

2.1.1.3. 5x60 m támaszközű híd

Aszfalt burkolattal készülő változat									
	Keresztmetszet	Egység	Mennyiség				Költség		Összesen
			Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	
Tartószerkezeti elemek									
Feszítőkábel	0,78	t	301,4	m	234,23	t	1 000 000 Ft	/t	234 233 010 Ft
Vasbeton	15,6	m ²	301,4	m	4701,84	m ³	150 000 Ft	/m ³	705 276 000 Ft
Aszfalt burkolat									
RMA szigetelés	18	m	301,4	m	5425,2	m ²	10 000 Ft	/m ²	54 252 000 Ft
4 cm kopóréteg	0,72	m ²	301,4	m	217,008	m ³	65 000 Ft	m ³	14 105 520 Ft
6 cm kötőréteg	1,08	m ²	301,4	m	325,512	m ³	47 000 Ft	m ³	15 299 064 Ft
4 cm védőréteg	0,72	m ²	301,4	m	217,008	m ³	175 000 Ft	m ³	37 976 400 Ft
Tartozékok									
Szegély	1,3	m ²	301,4	m	391,82	m ³	50 000 Ft	/m ³	19 591 000 Ft
BV bevonat	13	m	301,4	m	3918,2	m ²	7 000 Ft	/m ²	27 427 400 Ft
Biztonsági korlát	2		301,4	m	602,8	m	45 000 Ft	/m	27 126 000 Ft
Zajvédő fal	1		301,4	m	301,4	m	50 000 Ft	/m	15 070 000 Ft
									1 150 356 394 Ft

Beton burkolattal készülő változat									
		Mennyiség					Költség		Összesen
	Keresztmetsz	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	
Tartószerkezeti elemek									
	Feszítőkábel	0,78 t	301,4 m		234,23 t		1 000 000 Ft	/t	234 233 010 Ft
	Vasbeton	15,6 m²	301,4 m		4701,84 m³		150 000 Ft	/m³	705 276 000 Ft
Beton burkolat									
	RMA szigetelés	18 m	301,4 m		5425,20 m²		10 000 Ft	/m²	54 252 000 Ft
	építése	5,4 m²	301,4 m		1627,56 m³		65 000 Ft	/m³	105 791 400 Ft
	érdesítése	18 m	301,4 m		5425,20 m²		300 Ft	/m²	1 627 560 Ft
	hézagkiöntés	18 m/3m	301,4 m		1808,40 m		3 000 Ft	/m	5 425 200 Ft
Tartozékok									
	Szegély	1,3 m²	301,4 m		391,82 m³		50 000 Ft	/m³	19 591 000 Ft
	BV bevonat	13 m	301,4 m		3918,20 m²		7 000 Ft	/m²	27 427 400 Ft
	Biztonsági korlát	2	301,4 m		602,80 m		45 000 Ft	/m	27 126 000 Ft
	Zajvédő fal	1	301,4 m		301,40 m		50 000 Ft	/m	15 070 000 Ft
									1 195 819 570 Ft
Burkolat nélkül készülő NT változat									
		Mennyiség					Költség		Összesen
	Keresztmetsz	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	
Tartószerkezeti elemek									
	Feszítőkábel	1,12 t	301,4 m		338,70 t		1 000 000 Ft	/t	338 698 250 Ft
	Vasbeton								
	szekrény	10,2 m²	301,4 m		3074,28 m³		150 000 Ft	/m³	461 142 000 Ft
	pályalemez	8,2 m²	301,4 m		2471,48 m³		250 000 Ft	/m³	617 870 000 Ft
Tartozékok									
	Szegély	1,3 m²	301,4 m		391,82 m³		50 000 Ft	/m³	19 591 000 Ft
	BV bevonat	13 m	301,4 m		3918,20 m²		7 000 Ft	/m²	27 427 400 Ft
	Biztonsági korlát	2	301,4 m		602,80 m		45 000 Ft	/m	27 126 000 Ft
	Zajvédő fal	1	301,4 m		301,40 m		50 000 Ft	/m	15 070 000 Ft
									1 506 924 650 Ft

2.1.2. Fenntartási költségek

2.1.2.1. 5x30 m támaszközü híd

Aszfaltburkolat egyszeri cseréjéből adódó költségek	Mennyiség						Költség		
	K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	
burkolat bontása	2,52	m²	151,4	m	381,528	m³	40 000 Ft	m³	15 261 120 Ft
4 cm kopóréteg	0,72	m²	151,4	m	109,008	m³	65 000 Ft	m³	7 085 520 Ft
6 cm kötőréteg	1,08	m²	151,4	m	163,512	m³	47 000 Ft	m³	7 685 064 Ft
4 cm védőréteg	0,72	m²	151,4	m	109,008	m³	175 000 Ft	m³	19 076 400 Ft
									49 108 104 Ft

Aszfalt burkolat fenntartási költségei	K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	15 év alatt
Repedéskiöntés	2	m ²	151,4	m	302,8	m ²	1 500 Ft	m ²	454 200 Ft
Kátyúzás	1	m ²	151,4	m	151,4	m ³	15 000 Ft	m ³	2 271 000 Ft
Nyomvályújavitás	12	m ²	151,4	m	1816,8	m ³	1 200 Ft	m ³	2 180 160 Ft
									4 905 360 Ft

Egyszeri cseréjéből adódó költségek		Mennyiség						Költség		
Beton Burkolat		K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	
	bontása	5,4	m²	151,4	m	817,56	m³	45 000 Ft	/m³	36 790 200 Ft
	építése	5,4	m²	151,4	m	817,56	m³	65 000 Ft	/m³	53 141 400 Ft
	érdesítése	18	m	151,4	m	2725,20	m²	300 Ft	/m²	817 560 Ft
								Burkolat cseréje:		90 749 160 Ft
Tartozékok										
	Szegély	1,3	m²	151,4	m	196,82	m³	50 000 Ft	/m³	9 841 000 Ft
	RMA szigetelés	18	m	151,4	m	2725,20	m²	10 000 Ft	/m²	27 252 000 Ft
	Biztonsági korlát	2		151,4	m	302,80	m	45 000 Ft	/m	13 626 000 Ft
	Zajvédő fal	1		151,4	m	151,40		50 000 Ft	/m	7 570 000 Ft
								Szegély, tartozékok cseréje:		58 289 000 Ft
								Burkolat+ tartozékok cseréje:		149 038 160 Ft

Betonburkolattal készülő beton változat																			
		Gyakoriság	Mennyiség						Költség		Összesen 100 évre								
			K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység									
Beton burkolat																			
építése		35 év		5,4 m²	151,4 m			817,56 m³		65 000 Ft /m³								98 691 171 Ft	
érdesítése		15 év		18 m	151,4 m			2725,20 m²		300 Ft /m²								4 632 840 Ft	
bontása		35 év		5,4 m²	151,4 m			817,56 m³		45 000 Ft /m³								68 324 657 Ft	
hézagkiöntés		5 év		38 m/5m	151,4 m			1917,73 m		3 000 Ft /m								109 310 800 Ft	
Tartozékok																			
Szegély		35 év		1,3 m²	151,4 m			196,82 m³		50 000 Ft /m³								19 682 000 Ft	
RMA szigetelés		35 év		18 m	151,4 m			2725,20 m²		10 000 Ft /m²								54 504 000 Ft	
BV bevonat vagy korrózióvédelem		10 év		13 m	151,4 m			1968,20 m²		7 000 Ft /m²								- Ft	
Biztonsági korlát		35 év		2	151,4 m			302,80 m		45 000 Ft /m								27 252 000 Ft	
Zajvédő fal		35 év		1	151,4 m			151,40		50 000 Ft /m								15 140 000 Ft	
											Összesített költség 100 évre:					397 537 469 Ft			

Burkolat nélkül készülő beton változat										
	Gyakoriság	Mennyiség						Költség		Összesen 100 évre
		K metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	
Utólagos aszfalt kopóréteg felhordása	15 év	0.72	m²	151.4	m	109.008	m³	65 000 Ft	/m³	35 427 600 Ft
Tartozékok										
Szegély	35 év	1.3	m²	151.4	m	196.82	m³	50 000 Ft	/m³	19 682 000 Ft
BV bevonat vagy korrózióvédelem	10 év	13	m	151.4	m	1968.20	m²	7 000 Ft	/m²	- Ft
Biztonsági korlát	35 év	2		151.4	m	302.80	m	45 000 Ft	/m	27 252 000 Ft
Zajvédő fal	35 év	1		151.4	m	151.40		50 000 Ft	/m	15 140 000 Ft
Teljes fenntartási költség:										97 501 600 Ft

2.1.2.2. 5x48 m támaszközű híd

Aszfaltburkolat egyszeri cseréjéből adódó költségek										
	Gyakoriság	Mennyiség						Költség		
		K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	
burkolat bontása		2,52	m²	241,4	m	608,328	m³	40 000 Ft	/m³	24 333 120 Ft
4 cm kopóréteg		0,72	m²	241,4	m	173,808	m³	65 000 Ft	/m³	11 297 520 Ft
6 cm kötőréteg		1,08	m²	241,4	m	260,712	m³	47 000 Ft	/m³	12 253 464 Ft
4 cm védőréteg		0,72	m²	241,4	m	173,808	m³	175 000 Ft	/m³	30 416 400 Ft
										78 300 504 Ft

Aszfalt burkolat fenntartási költségei										
		K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	15 év alatt
Repedéskiöntés		2	m²	241,4	m	482,8	m²	1 500 Ft	/m²	724 200 Ft
Kátyúzás		1	m²	241,4	m	241,4	m³	15 000 Ft	/m³	3 621 000 Ft
Nyomvályújítás		12	m²	241,4	m	2896,8	m³	1 200 Ft	/m³	3 476 160 Ft
										7 821 360 Ft

Egyszeri cseréből adódó költségek										
Beton Burkolat	Gyakoriság	Mennyiség						Költség		
		K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	
bontása		5,4	m²	241,4	m	1303,56	m³	45 000 Ft	/m³	58 660 200 Ft
építése		5,4	m²	241,4	m	1303,56	m³	65 000 Ft	/m³	84 731 400 Ft
érdesítése		18	m	241,4	m	4345,20	m²	300 Ft	/m²	1 303 560 Ft
Burkolat cseréje:										144 695 160 Ft
Tartozékok										
Szegély		1,3	m²	241,4	m	313,82	m³	50 000 Ft	/m³	15 691 000 Ft
RMA szigetelés		18	m	241,4	m	4345,20	m²	10 000 Ft	/m²	43 452 000 Ft
Biztonsági korlát		2		241,4	m	482,80	m	45 000 Ft	/m	21 726 000 Ft
Zajvédő fal		1		241,4	m	241,40		50 000 Ft	/m	12 070 000 Ft
Szegély, tartozékok cseréje:										92 939 000 Ft
Burkolat+ tartozékok cseréje:										237 634 160 Ft

Betonburkolattal készülő beton változat																
		Gyakoriság			Mennyiség				Költség				Összesen 100 évre			
			K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység						
Beton burkolat																
	építése	35 év	5,4	m²	241,4	m	1303,56	m³	65 000 Ft	/m³					157 358 314 Ft	
	érdesítése	15 év	18	m	241,4	m	4345,20	m²	300 Ft	/m²					7 386 840 Ft	
	bontása	35 év	5,4	m²	241,4	m	1303,56	m³	45 000 Ft	/m³					108 940 371 Ft	
	hézagkiöntés	5 év	38	m/5m	241,4	m	3057,73	m	3 000 Ft	/m					174 290 800 Ft	
Tartozékok																
	Szegély	35 év	1,3	m²	241,4	m	313,82	m³	50 000 Ft	/m³					31 382 000 Ft	
	RMA szigetelés	35 év	18	m	241,4	m	4345,20	m²	10 000 Ft	/m²					86 904 000 Ft	
	BV bevonat vagy korrózióvédelem	10 év	13	m	241,4	m	3138,20	m²	7 000 Ft	/m²					- Ft	
	Biztonsági korlát	35 év	2		241,4	m	482,80	m	45 000 Ft	/m					43 452 000 Ft	
	Zajvédő fal	35 év	1		241,4	m	241,40		50 000 Ft	/m					24 140 000 Ft	
								Összesített költség 100 évre:				633 854 326 Ft				

Burkolat nélkül készülő beton változat									
	Gyakoriság	Mennyiség					Költség		Összesen 100 évre
		K. metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	
Utólagos aszfalt kopóréteg felhordása	15 év	0,72	m²	241,4	m	173,808	m³	65 000 Ft/m³	56 487 600 Ft
Tartozékok									
Szegély	35 év	1,3	m²	241,4	m	313,82	m³	50 000 Ft/m³	31 382 000 Ft
BV bevonat vagy korrózióvédelem	10 év	13	m	241,4	m	3138,20	m²	7 000 Ft/m²	- Ft
Biztonsági korlát	35 év	2		241,4	m	482,80	m	45 000 Ft/m	43 452 000 Ft
Zajvédő fal	35 év	1		241,4	m	241,40		50 000 Ft/m	24 140 000 Ft
Teljes fenntartási költség:									155 461 600 Ft

2.1.2.3. 5x60 m támaszközü híd

Aszfaltburkolat egyszerű cseréjéből adódó költségek									
	Gyakoriság	Mennyiség					Költség		Összesen 100 évre
		K. metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	
burkolat bontása		2,52	m²	301,4	m	759,528	m³	40 000 Ft/m³	30 381 120 Ft
4 cm kopóréteg		0,72	m²	301,4	m	217,008	m³	65 000 Ft/m³	14 105 520 Ft
6 cm kötőréteg		1,08	m²	301,4	m	325,512	m³	47 000 Ft/m³	15 299 064 Ft
4 cm védőréteg		0,72	m²	301,4	m	217,008	m³	175 000 Ft/m³	37 976 400 Ft
									97 762 104 Ft

Aszfalt burkolat fenntartási költségei									
		K. metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	15 év alatt
Repedéskiöntés		2	m²	301,4	m	602,8	m²	1 500 Ft/m²	904 200 Ft
Kátyúzás		1	m²	301,4	m	301,4	m³	15 000 Ft/m³	4 521 000 Ft
Nyomványújítás		12	m²	301,4	m	3616,8	m³	1 200 Ft/m³	4 340 160 Ft
									9 765 360 Ft

Egyszeri cseréből adódó költségek									
Beton Burkolat	Gyakoriság	Mennyiség					Költség		Összesen 100 évre
		K. metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	
bontása		5,4	m²	301,4	m	1627,56	m³	45 000 Ft/m³	73 240 200 Ft
építése		5,4	m²	301,4	m	1627,56	m³	65 000 Ft/m³	105 791 400 Ft
érdesítése		18	m	301,4	m	5425,20	m²	300 Ft/m²	1 627 560 Ft
Burkolat cseréje:									180 659 160 Ft
Tartozékok									
Szegély		1,3	m²	301,4	m	391,82	m³	50 000 Ft/m³	19 591 000 Ft
RMA szigetelés		18	m	301,4	m	5425,20	m²	10 000 Ft/m²	54 252 000 Ft
Biztonsági korlát		2		301,4	m	602,80	m	45 000 Ft/m	27 126 000 Ft
Zajvédő fal		1		301,4	m	301,40		50 000 Ft/m	15 070 000 Ft
Szegély, tartozékok cseréje:									116 039 000 Ft
Burkolat+ tartozékok cseréje:									296 698 160 Ft

Betonburkolattal készülő beton változat									
Beton burkolat	Gyakoriság	Mennyiség					Költség		Összesen 100 évre
		K. metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	
építése	35 év	5,4	m²	301,4	m	1627,56	m³	65 000 Ft/m³	196 469 743 Ft
érdesítése	15 év	18	m	301,4	m	5425,20	m²	300 Ft/m²	9 222 840 Ft
bontása	35 év	5,4	m²	301,4	m	1627,56	m³	45 000 Ft/m³	136 017 514 Ft
hézagkiöntés	5 év	38	m/5m	301,4	m	3817,73	m	3 000 Ft/m	217 610 800 Ft
Tartozékok									
Szegély	35 év	1,3	m²	301,4	m	391,82	m³	50 000 Ft/m³	39 182 000 Ft
RMA szigetelés	35 év	18	m	301,4	m	5425,20	m²	10 000 Ft/m²	108 504 000 Ft
BV bevonat vagy korrózióvédelem	10 év	13	m	301,4	m	3918,20	m²	7 000 Ft/m²	- Ft
Biztonsági korlát	35 év	2		301,4	m	602,80	m	45 000 Ft/m	54 252 000 Ft
Zajvédő fal	35 év	1		301,4	m	301,40		50 000 Ft/m	30 140 000 Ft
Összesített költség 100 évre:									791 398 897 Ft

Burkolat nélkül készülő beton változat									
	Gyakoriság	Mennyiség					Költség		Összesen 100 évre
		K. metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	
Utólagos aszfalt kopóréteg felhordása	15 év	0,72	m²	301,4	m	217,008	m³	65 000 Ft/m³	70 527 600 Ft
Tartozékok									
Szegély	35 év	1,3	m²	301,4	m	391,82	m³	50 000 Ft/m³	39 182 000 Ft
BV bevonat vagy korrózióvédelem	10 év	13	m	301,4	m	3918,20	m²	7 000 Ft/m²	- Ft
Biztonsági korlát	35 év	2		301,4	m	602,80	m	45 000 Ft/m	54 252 000 Ft
Zajvédő fal	35 év	1		301,4	m	301,40		50 000 Ft/m	30 140 000 Ft
Teljes fenntartási költség:									194 101 600 Ft

2.1.3. Részleges életciklus- költségek

	Építés	Fenntartás	Összesen
5x30m aszf	430,30 MFt	549,67 MFt	979,97 MFt
5x30m bet	453,14 MFt	397,54 MFt	850,68 MFt
5x30m NT	592,56 MFt	97,50 MFt	690,07 MFt
5x36m aszf	577,14 MFt	658,58 MFt	1235,73 MFt
5x36m bet	604,51 MFt	492,03 MFt	1096,54 MFt
5x36m NT	731,63 MFt	116,82 MFt	848,45 MFt
5x48m aszf	826,74 MFt	876,42 MFt	1703,15 MFt
5x48m bet	863,15 MFt	633,85 MFt	1497,00 MFt
5x48m NT	1061,16 MFt	155,46 MFt	1216,62 MFt
5x60m aszf	1150,36 MFt	1094,25 MFt	2244,61 MFt
5x60m bet	1195,82 MFt	791,40 MFt	1987,22 MFt
5x60m NT	1506,92 MFt	194,10 MFt	1701,03 MFt

2.2. Kéttámaszú konzolos lemezhidak költségei

2.2.1. Építési költségek

2.2.1.1. 5 m támaszközű híd

Aszfaltburkolattal készülő (eredeti) változat										
		Mennyiség						Költség		Összesen
		Keresztmetszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	
Tartószerkezeti elemek										
	Vasbeton	2,3675	m²	5,7	m	13,49	m³	150 000 Ft	/m³	2 024 213 Ft
Aszfalt burkolat										
	4 cm kopóréteg	0,36	m²	5,7	m	2,05	m³	65 000 Ft	/m³	133 380 Ft
	6 cm kötőréteg	0,54	m²	5,7	m	3,08	m³	47 000 Ft	/m³	144 666 Ft
	4 cm védőréteg	0,36	m²	5,7	m	2,05	m³	175 000 Ft	/m³	359 100 Ft
	RMA szigetelés	9	m	5,7	m	51,30	m²	10 000 Ft	/m²	513 000 Ft
Tartozékok										
	Szegély	0,53	m²	5,7	m	3,02	m³	50 000 Ft	/m³	151 050 Ft
	BV bevonat	7,6	m	5,7	m	43,32	m²	7 000 Ft	/m²	303 240 Ft
	Biztonsági korlát	2		5,7	m	11,40	m	45 000 Ft	/m	513 000 Ft
										4 141 649 Ft

Betonburkolattal készülő változat		Mennyiség						Költség		Összesen
		Keresztmetszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	
Tartószerkezeti elemek										
	Vasbeton	2,781	m^2	5,7	m	15,85	m^3	150 000 Ft	/m^3	2 377 755 Ft
Beton burkolat										
	építése	2,34	m^2	5,7	m	13,34	m^3	65 000 Ft	/m^3	866 970 Ft
	érdesítése	9	m	5,7	m	51,30	m^2	300 Ft	/m^2	15 390 Ft
	hézagkiöntés	9	m/3m	5,7	m	17,10	m	3 000 Ft	/m	51 300 Ft
	RMA szigetelés	9	m	5,7	m	51,30	m^2	10 000 Ft	/m^2	513 000 Ft
Tartozékok										
	Szegély	0,53	m^2	5,7	m	3,02	m^3	50 000 Ft	/m^3	151 050 Ft
	BV bevonat	7,6	m	5,7	m	43,32	m^2	7 000 Ft	/m^2	303 240 Ft
	Biztonsági korlát	2		5,7	m	11,40	m	45 000 Ft	/m	513 000 Ft
										4 791 705 Ft

Burkolat nélküli készülő NT változat		Mennyiség					Költség		Összesen	
		Keresztmetszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár		Egység
Tartószerkezeti elemek										
	Feszítőkábel	0,09	t	5,7	m	0,52	t	1 000 000 Ft	/t	524 822 Ft
	Vasbeton	2,3675	m^2	5,7	m	13,49	m^3	300 000 Ft	/m^3	4 048 425 Ft
Tartozékok										
	Szegély	0,53	m^2	5,7	m	3,02	m^3	50 000 Ft	/m^3	151 050 Ft
	BV bevonat	7,6	m	5,7	m	43,32	m^2	7 000 Ft	/m^2	303 240 Ft
	Biztonsági korlát	2		5,7	m	11,40	m	45 000 Ft	/m	513 000 Ft
										5 540 537 Ft

2.2.1.2. 15 m támaszközü híd

Aszfaltburkolattal készülő (eredeti) változat			Mennyiség				Költség		Összesen
	Keresztmetszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	
Tartószerkezeti elemek									
	Vasbeton	5,6755	m²	17,1	m	97,05	m³	150 000 Ft/m³	14 557 658 Ft
	Feszítőkábel	0,18	t	17,1	m	3,10	t	1 000 000 Ft/t	
Aszfalt burkolat									
	4 cm kopóréteg	0,36	m²	17,1	m	6,16	m³	65 000 Ft/m³	400 140 Ft
	6 cm kötőréteg	0,54	m²	17,1	m	9,23	m³	47 000 Ft/m³	433 998 Ft
	4 cm védőréteg	0,36	m²	17,1	m	6,16	m³	175 000 Ft/m³	1 077 300 Ft
	RMA szigetelés	9	m	17,1	m	153,90	m²	10 000 Ft/m²	1 539 000 Ft
Tartozékok									
	Szegély	0,53	m²	17,1	m	9,06	m³	50 000 Ft/m³	453 150 Ft
	BV bevonat	7,6	m	17,1	m	129,96	m²	7 000 Ft/m²	909 720 Ft
	Biztonsági korlát	2		17,1	m	34,20	m	45 000 Ft/m	1 539 000 Ft
									20 909 966 Ft

Betonburkolattal készülő változat										
		Mennyiség					Költség		Összesen	
		Keresztmetszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár		Egység
Tartószerkezeti elemek										
	Vasbeton	6,089	m²	17,1	m	104,12	m³	150 000 Ft	/m³	15 618 285 Ft
	Feszítőkábel	0,23	t	17,1	m	3,95	t	1 000 000 Ft	/t	
Beton burkolat										
	építése	2,34	m²	17,1	m	40,01	m³	65 000 Ft	/m³	2 600 910 Ft
	éridesítése	9	m	17,1	m	153,90	m²	300 Ft	/m²	46 170 Ft
	hézagkiöntés	9	m/3m	17,1	m	51,30	m	3 000 Ft	/m	153 900 Ft
	RMA szigetelés	9	m	17,1	m	153,90	m²	10 000 Ft	/m²	1 539 000 Ft
Tartozékok										
	Szegély	0,53	m²	17,1	m	9,06	m³	50 000 Ft	/m³	453 150 Ft
	BV bevonat	7,6	m	17,1	m	129,96	m²	7 000 Ft	/m²	909 720 Ft
	Biztonsági korlát	2		17,1	m	34,20	m	45 000 Ft	/m	1 539 000 Ft
										22 860 135 Ft

Burkolat nélküli készülő NT változat		Mennyiség					Költség		Összesen
		Keresztmetszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	
Tartószerkezeti elemek									
	Feszítőkábel	0,23	t	17,1	m	3,97	t	1 000 000 Ft/t	3 973 996 Ft
	Vasbeton	5,262	m^2	17,1	m	89,98	m^3	300 000 Ft/m^3	26 994 060 Ft
Tartozékok									
	Szegély	0,53	m^2	17,1	m	9,06	m^3	50 000 Ft/m^3	453 150 Ft
	BV bevonat	7,6	m	17,1	m	129,96	m^2	7 000 Ft/m^2	909 720 Ft
	Biztonsági korlát	2		17,1	m	34,20	m	45 000 Ft/m	1 539 000 Ft
									33 869 926 Ft

2.2.1.3. 20 m támaszközü híd

Aszfaltburkolattal készülő (eredeti) változat		Mennyiség					Költség		Összesen	
		Keresztmetszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár		Egység
Tartószerkezeti elemek										
	Vasbeton	6,916	m²	22,8	m	157,68	m³	150 000 Ft	/m³	23 652 720 Ft
	Feszítőkábel	0,18	t	22,8	m	4,13	t	1 000 000 Ft	/t	
Aszfalt burkolat										
	4 cm kopóréteg	0,36	m²	22,8	m	8,21	m³	65 000 Ft	/m³	533 520 Ft
	6 cm kötőréteg	0,54	m²	22,8	m	12,31	m³	47 000 Ft	/m³	578 664 Ft
	4 cm védőréteg	0,36	m²	22,8	m	8,21	m³	175 000 Ft	/m³	1 436 400 Ft
	RMA szigetelés	9	m	22,8	m	205,20	m²	10 000 Ft	/m²	2 052 000 Ft
Tartozékok										
	Szegély	0,53	m²	22,8	m	12,08	m³	50 000 Ft	/m³	604 200 Ft
	BV bevonat	7,6	m	22,8	m	173,28	m²	7 000 Ft	/m²	1 212 960 Ft
	Biztonsági korlát	2		22,8	m	45,60	m	45 000 Ft	/m	2 052 000 Ft
										32 122 464 Ft

Betonburkolattal készülő változat										
		Mennyiség						Költség		Összesen
		Keresztmetszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	
Tartószerkezeti elemek										
	Vasbeton	7.743	m²	22.8	m	176.54	m³	150 000 Ft	/m³	26 481 060 Ft
	Feszítőkábel	0.20	t	22.8	m	4.51	t	1 000 000 Ft	/t	
Beton burkolat										
	építése	2.34	m²	22.8	m	53.35	m³	65 000 Ft	/m³	3 467 880 Ft
	érdesítése	9	m	22.8	m	205.20	m²	300 Ft	/m²	61 560 Ft
	hézagkiöntés	9	m/3m	22.8	m	68.40	m	3 000 Ft	/m	205 200 Ft
	RMA szigetelés	9	m	22.8	m	205.20	m²	10 000 Ft	/m²	2 052 000 Ft
Tartozékok										
	Szegély	0.53	m²	22.8	m	12.08	m³	50 000 Ft	/m³	604 200 Ft
	BV bevonat	7.6	m	22.8	m	173.28	m²	7 000 Ft	/m²	1 212 960 Ft
	Biztonsági korlát	2		22.8	m	45.60	m	45 000 Ft	/m	2 052 000 Ft
										36 136 860 Ft

Burkolat nélküli készülő NT változat		Mennyiség						Költség		Összesen
		Keresztmetszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	
Tartószerkezeti elemek										
	Feszítőkábel	0,22	t	22,8	m	4,92	t	1 000 000 Ft	/t	4 922 804 Ft
	Vasbeton	6,916	m^2	22,8	m	157,68	m^3	300 000 Ft	/m^3	47 305 440 Ft
Tartozékok										
	Szegély	0,53	m^2	22,8	m	12,08	m^3	50 000 Ft	/m^3	604 200 Ft
	BV bevonat	7,6	m	22,8	m	173,28	m^2	7 000 Ft	/m^2	1 212 960 Ft
	Biztonsági korlát	2		22,8	m	45,60	m	45 000 Ft	/m	2 052 000 Ft
										56 097 404 Ft

2.2.2. Fenntartási költségek

2.2.2.1. 5 m támaszközü híd

Aszfalt burkolat fenntartási költségei	K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	15 év alatt
Repedésköntés	1	m²	5,7	m	5,7	m²	1 500 Ft	m²	8 550 Ft
Kátyuzás	0,5	m²	5,7	m	2,85	m³	15 000 Ft	m³	42 750 Ft
Nyomvályújavítás	6	m²	5,7	m	34,2	m³	1 200 Ft	m³	41 040 Ft
									92 340 Ft

		Gyakoriság		Mennyiség				Költség		Összesen
				K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	100 évre
Aszfalt burkolatú változat										
	4 cm kopóréteg	15	év	0,36	m²	5,7	m	2,052	m³	800 280 Ft
	6 cm kötőréteg	15	év	0,54	m²	5,7	m	3,078	m³	867 996 Ft
	4 cm védőréteg	15	év	0,36	m²	5,7	m	2,052	m³	2 154 600 Ft
	bontása	15	év	1,26	m²	5,7	m	7,182	m³	1 723 680 Ft
Tartozékok										
	Szegély	35	év	0,53	m²	5,7	m	3,02	m³	302 100 Ft
	RMA szigetelés	15	év	9	m	5,7	m	51,30	m²	3 078 000 Ft
	BV bevonat vagy korrózióvédelem	10	év	7,6	m	5,7	m	43,32	m²	- Ft
	Biztonsági korlát	35	év	2		5,7	m	11,40	m	1 026 000 Ft
								Összesített költség 100 évre:		10 506 696 Ft

		Gyakoriság	Mennyiség					Költség		Összesen
			K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	100 évre
Beton burkolatú változat										
	építése	35 év	2,34	m²	5,7 m		13 338 m³	65 000 Ft	/m³	1 733 940 Ft
	érdesítése	15 év	9	m	5,7 m		51,30 m²	300 Ft	/m²	92 340 Ft
	bontása	35 év	2,34	m²	5,7 m		13 338 m³	45 000 Ft	/m³	1 200 420 Ft
	hézagkiöntés	5 év	9	m/3m	5,7 m		17,10 m	3 000 Ft	/m	974 700 Ft
Tartozékok										
	Szegély	35 év	0,53	m²	5,7 m		3,02 m³	50 000 Ft	/m³	302 100 Ft
	RMA szigetelés	35 év	9	m	5,7 m		51,30 m²	10 000 Ft	/m²	1 026 000 Ft
	BV bevonat vagy korrózióvédelem	10 év	7,6	m	5,7 m		43,32 m²	7 000 Ft	/m²	- Ft
	Biztonsági korlát	35 év	2		5,7 m		11,40 m	45 000 Ft	/m	1 026 000 Ft
							Összesített költség 100 évre:			6 355 500 Ft

Burkolat nélkül készülő beton változat										
	Gyakoriság	Mennyiség						Költség		Összesen 100 évre
		K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	
Utólagos aszfalt kopóréteg felhordása	15 év	0.36	m²	5.7	m	2.052	m³	65 000 Ft	/m³	666 900 Ft
Tartozékok										
Szegély	35 év	0.53	m²	5.7	m	3.02	m³	50 000 Ft	/m³	302 100 Ft
BV bevonat vagy korrózióvédelem	10 év	7.6	m	5.7	m	43.32	m²	7 000 Ft	/m²	- Ft
Biztonsági korlát	35 év	2		5.7	m	11.40	m	45 000 Ft	/m	1 026 000 Ft
								Teljes fenntartási költség:		1 995 000 Ft

2.2.2.2. 15 m támaszközű híd

Aszfalt burkolat fenntartási költségei	K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	15 év alatt
Repedéskiontás	1	m²	17,1	m	17,1	m²	1 500 Ft	m²	25 650 Ft
Kátyúzás	0,5	m²	17,1	m	8,55	m³	15 000 Ft	m³	128 250 Ft
Nyomvályújavítás	6	m²	17,1	m	102,6	m³	1 200 Ft	m³	123 120 Ft
									277 020 Ft

	Gyakoriság	Mennyiség				Költség		Összesen 100 évre
		K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	
Aszfalt burkolatú változat								
4 cm kopóréteg	15 év	0,36	m²	17,1	m	6,156	m³	2 400 840 Ft
6 cm kötőréteg	15 év	0,54	m²	17,1	m	9,234	m³	2 603 988 Ft
4 cm védőréteg	15 év	0,36	m²	17,1	m	6,156	m³	6 463 800 Ft
bontása	15 év	1,26	m²	17,1	m	21,546	m³	5 171 040 Ft
Tartozékok								
Szegély	35 év	0,53	m²	17,1	m	9,06	m³	906 300 Ft
RMA szigetelés	15 év	9	m	17,1	m	153,90	m²	9 234 000 Ft
BV bevonat vagy korrózióvédelem	10 év	7,6	m	17,1	m	129,96	m²	- Ft
Biztonsági korlát	35 év	2		17,1	m	34,20	m	3 078 000 Ft
						Összesített költség 100 évre:		31 520 088 Ft

	Gyakoriság	Mennyiség				Költség		Összesen 100 évre
		K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	
Beton burkolatú változat								
építése	35 év	2,34	m²	17,1	m	40,014	m³	5 201 820 Ft
érdesítése	15 év	9	m	17,1	m	153,90	m²	277 020 Ft
bontása	35 év	2,34	m²	17,1	m	40,014	m³	3 601 260 Ft
hézagkiontás	5 év	9	m/3m	17,1	m	51,30	m	2 924 100 Ft
Tartozékok								
Szegély	35 év	0,53	m²	17,1	m	9,06	m³	906 300 Ft
RMA szigetelés	35 év	9	m	17,1	m	153,90	m²	3 078 000 Ft
BV bevonat vagy korrózióvédelem	10 év	7,6	m	17,1	m	129,96	m²	- Ft
Biztonsági korlát	35 év	2		17,1	m	34,20	m	3 078 000 Ft
						Összesített költség 100 évre:		19 066 500 Ft

	Gyakoriság	Mennyiség				Költség		Összesen 100 évre
		K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	
Burkolat nélkül készülő beton változat								
Utólagos aszfalt kopóréteg felhordása	15 év	0,36	m²	17,1	m	6,156	m³	2 000 700 Ft
Tartozékok								
Szegély	35 év	0,53	m²	17,1	m	9,06	m³	906 300 Ft
BV bevonat vagy korrózióvédelem	10 év	7,6	m	17,1	m	129,96	m²	- Ft
Biztonsági korlát	35 év	2		17,1	m	34,20	m	3 078 000 Ft
						Teljes fenntartási költség:		5 985 000 Ft

2.2.2.3. 20 m támaszközű híd

Aszfalt burkolat fenntartási költségei	K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	15 év alatt
Repedéskiontás	1	m²	22,8	m	22,8	m²	1 500 Ft	m²	34 200 Ft
Kátyúzás	0,5	m²	22,8	m	11,4	m³	15 000 Ft	m³	171 000 Ft
Nyomvályújavítás	6	m²	22,8	m	136,8	m³	1 200 Ft	m³	164 160 Ft
									369 360 Ft

	Gyakoriság	Mennyiség				Költség		Összesen 100 évre
		K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	
Aszfalt burkolatú változat								
4 cm kopóréteg	15 év	0,36	m²	22,8	m	8,208	m³	3 201 120 Ft
6 cm kötőréteg	15 év	0,54	m²	22,8	m	12,312	m³	3 471 984 Ft
4 cm védőréteg	15 év	0,36	m²	22,8	m	8,208	m³	8 618 400 Ft
bontása	15 év	1,26	m²	22,8	m	28,728	m³	6 894 720 Ft
Tartozékok								
Szegély	35 év	0,53	m²	22,8	m	12,08	m³	1 208 400 Ft
RMA szigetelés	15 év	9	m	22,8	m	205,20	m²	12 312 000 Ft
BV bevonat vagy korrózióvédelem	10 év	7,6	m	22,8	m	173,28	m²	- Ft
Biztonsági korlát	35 év	2		22,8	m	45,60	m	4 104 000 Ft
						Összesített költség 100 évre:		42 026 784 Ft

	Gyakoriság	Mennyiség				Költség		Összesen 100 évre
		K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	
Beton burkolatú változat								
építése	35 év	2,34	m²	22,8	m	53,352	m³	6 935 760 Ft
érdesítése	15 év	9	m	22,8	m	205,20	m²	369 360 Ft
bontása	35 év	2,34	m²	22,8	m	53,352	m³	4 801 680 Ft
hézagkiontás	5 év	9	m/3m	22,8	m	68,40	m	3 898 800 Ft
Tartozékok								
Szegély	35 év	0,53	m²	22,8	m	12,08	m³	1 208 400 Ft
RMA szigetelés	35 év	9	m	22,8	m	205,20	m²	4 104 000 Ft
BV bevonat vagy korrózióvédelem	10 év	7,6	m	22,8	m	173,28	m²	- Ft
Biztonsági korlát	35 év	2		22,8	m	45,60	m	4 104 000 Ft
						Összesített költség 100 évre:		25 422 000 Ft

Burkolat nélkül készülő beton változat										
	Gyakoriság	Mennyiség					Költség		Összesen	
		K metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	
Utólagos aszfalt kopóréteg felhordása	15 év	0.36	m²	22.8	m	8.208	m³	65 000 Ft	/m³	
Tartozékok										
Szegély	35 év	0.53	m²	22.8	m	12.08	m³	50 000 Ft	/m³	
BV bevonat vagy korrózióvédelem	10 év	7.6	m	22.8	m	173.28	m²	7 000 Ft	/m²	
Biztonsági korlát	35 év	2		22.8	m	45.60	m	45 000 Ft	/m	
Teljes fenntartási költség:								7 980 000 Ft		

2.2.3. Részleges életciklus- költségek

	Építés	Fenntartás	Összesen
5m aszf	4,14 MFt	10,51 MFt	14,65 MFt
5m bet	4,79 MFt	6,36 MFt	11,15 MFt
5m NT	5,54 MFt	2,00 MFt	7,54 MFt
10m aszf	11,98 MFt	20,09 MFt	32,07 MFt
10m bet	13,90 MFt	12,15 MFt	26,05 MFt
10m NT	17,16 MFt	3,82 MFt	20,98 MFt
15m aszf	20,91 MFt	31,52 MFt	52,43 MFt
15m bet	22,86 MFt	19,07 MFt	41,93 MFt
15m NT	33,87 MFt	5,99 MFt	39,85 MFt
20m aszf	32,12 MFt	42,03 MFt	74,15 MFt
20m bet	36,14 MFt	25,42 MFt	61,56 MFt
20m NT	56,10 MFt	7,98 MFt	64,08 MFt

2.3. Állványon épített alul bordás gerendahidak költségei

2.3.1. Építési költségek

2.3.1.1. 2x16 m+ 3x20 m támaszközü híd

Aszfaltburkolattal készülő (eredeti) változat												
			Mennyiség				Költség		Összesen			
			Keresztmetszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység		
Tartószerkezeti elemek												
	Vasbeton	3,81	m²		92	m		350,59	m³	150 000 Ft	/m³	52 588 000 Ft
	Feszítőkábel	0,13	t		95	m		12,70	t	1 000 000 Ft	/t	12 695 648 Ft
Aszfalt burkolat												
	4 cm kopóréteg	0,36	m²		92	m		33,12	m³	65 000 Ft	/m³	2 152 800 Ft
	6 cm kötőréteg	0,54	m²		92	m		49,68	m³	47 000 Ft	/m³	2 334 960 Ft
	4 cm védőréteg	0,36	m²		92	m		33,12	m³	175 000 Ft	/m³	5 796 000 Ft
Tartozékok												
	Szegély	1,12	m²		92	m		103,04	m³	50 000 Ft	/m³	5 152 000 Ft
	RMA szigetelés	9	m		92	m		828,00	m²	10 000 Ft	/m²	8 280 000 Ft
	BV bevonat	7,6	m		92	m		699,20	m²	7 000 Ft	/m²	4 894 400 Ft
	Zajvédő fal	2			92	m		184,00		50 000 Ft	/m	9 200 000 Ft
	Biztonsági korlát	2			92	m		184,00	m	45 000 Ft	/m	8 280 000 Ft
												111 373 808 Ft

Betonburkolattal készülő változat										
		Mennyiség					Költség		Összesen	
		Keresztmetszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár		Egység
Tartószerkezeti elemek										
	Vasbeton	3,81	m²	92	m	350,59	m³	150 000 Ft	/m³	52 588 000 Ft
	Feszítőkábel	0,15	t	95	m	14,51	t	1 000 000 Ft	/t	14 509 312 Ft
Beton burkolat										
	építése	2,34	m²	92	m	215,28	m³	65 000 Ft	/m³	13 993 200 Ft
	érdesítése	9	m	92	m	828,00	m²	300 Ft	/m²	248 400 Ft
	hézagkiontás	9	m/3m	92	m	276,00	m	3 000 Ft	/m	828 000 Ft
Tartozékok										
	Szegély	1,12	m²	92	m	103,04	m³	50 000 Ft	/m³	5 152 000 Ft
	RMA szigetelés	9	m	92	m	828,00	m²	10 000 Ft	/m²	8 280 000 Ft
	BV bevonat	7,6	m	92	m	699,20	m²	7 000 Ft	/m²	4 894 400 Ft
	Zavédő fal	2		92	m	184,00		50 000 Ft	/m	9 200 000 Ft
	Biztonsági korlát	2		92	m	184,00	m	45 000 Ft	/m	8 280 000 Ft
										117 973 312 Ft

Burkolat nélkül készülő NT változat											
		Mennyiség					Költség		Összesen		
		Keresztmetszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár			Egység
Tartószerkezeti elemek											
	Feszítőkábel	0,23 t		95 m		21,69 t		1 000 000 Ft/t		21 688 541 Ft	
	Vasbeton	2,06 m²		92 m		189,52 m³		150 000 Ft/m³		28 428 000 Ft	
	Vasbeton (NT)	2,20 m²		92 m		202,40 m³		300 000 Ft/m³		60 720 000 Ft	
Tartozékok											
	Szegély	1,12 m²		92 m		103,04 m³		50 000 Ft/m³		5 152 000 Ft	
	BV bevonat	7,6 m		92 m		699,20 m²		7 000 Ft/m²		4 894 400 Ft	
	Zajvédő fal	2		92 m		184,00		50 000 Ft/m		9 200 000 Ft	
	Biztonsági korlát	2		92 m		184,00 m		45 000 Ft/m		8 280 000 Ft	
										138 362 941 Ft	

2.3.1.2. 2x20 m+ 3x25 m támaszközü híd

Aszfaltburkolattal készülő (eredeti) változat											
		Mennyiség						Költség		Összesen	
		Keresztmetszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység		
Tartószerkezeti elemek											
	Vasbeton	4,05	m²	115	m	465,83	m³	150 000 Ft	/m³	69 875 000 Ft	
	Feszítőkábel	0,15	t	120	m	18,33	t	1 000 000 Ft	/t	18 327 552 Ft	
Aszfalt burkolat											
	4 cm kopóréteg	0,36	m²	115	m	41,40	m³	65 000 Ft	/m³	2 691 000 Ft	
	6 cm kötőréteg	0,54	m²	115	m	62,10	m³	47 000 Ft	/m³	2 918 700 Ft	
	4 cm védőréteg	0,36	m²	115	m	41,40	m³	175 000 Ft	/m³	7 245 000 Ft	
Tartozékok											
	Szegély	1,12	m²	115	m	128,80	m³	50 000 Ft	/m³	6 440 000 Ft	
	RMA szigetelés	9	m	115	m	1035,00	m²	10 000 Ft	/m²	10 350 000 Ft	
	BV bevonat	7,6	m	115	m	874,00	m²	7 000 Ft	/m²	6 118 000 Ft	
	Zajvédő fal	2		115	m	230,00		50 000 Ft	/m	11 500 000 Ft	
	Biztonsági korlát	2		115	m	230,00	m	45 000 Ft	/m	10 350 000 Ft	
										145 815 252 Ft	
Betonburkolattal készülő változat											
		Mennyiség						Költség		Összesen	
		Keresztmetszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység		
Tartószerkezeti elemek											
	Vasbeton	4,05	m²	115	m	465,83	m³	150 000 Ft	/m³	69 875 000 Ft	
	Feszítőkábel	0,17	t	120	m	20,62	t	1 000 000 Ft	/t	20 618 496 Ft	
Beton burkolat											
	építése	2,34	m²	115	m	269,10	m³	65 000 Ft	/m³	17 491 500 Ft	
	éresítése	9	m	115	m	1035,00	m²	300 Ft	/m²	310 500 Ft	
	hézagkiöntés	9	m/3m	115	m	345,00	m	3 000 Ft	/m	1 035 000 Ft	
Tartozékok											
	Szegély	1,12	m²	115	m	128,80	m³	50 000 Ft	/m³	6 440 000 Ft	
	RMA szigetelés	9	m	115	m	1035,00	m²	10 000 Ft	/m²	10 350 000 Ft	
	BV bevonat	7,6	m	115	m	874,00	m²	7 000 Ft	/m²	6 118 000 Ft	
	Zavédő fal	2		115	m	230,00		50 000 Ft	/m	11 500 000 Ft	
	Biztonsági korlát	2		115	m	230,00	m	45 000 Ft	/m	10 350 000 Ft	
										154 088 496 Ft	
Burkolat nélkül készülő NT változat											
		Mennyiség						Költség		Összesen	
		Keresztmetszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység		
Tartószerkezeti elemek											
	Feszítőkábel	0,24	t	120	m	28,54	t	1 000 000 Ft	/t	28 541 523 Ft	
	Vasbeton	2,36	m²	115	m	271,40	m³	150 000 Ft	/m³	40 710 000 Ft	
	Vasbeton (NT)	2,20	m²	115	m	253,00	m³	300 000 Ft	/m³	75 900 000 Ft	
Tartozékok											
	Szegély	1,12	m²	115	m	128,80	m³	50 000 Ft	/m³	6 440 000 Ft	
	BV bevonat	7,6	m	115	m	874,00	m²	7 000 Ft	/m²	6 118 000 Ft	
	Zajvédő fal	2		115	m	230,00		50 000 Ft	/m	11 500 000 Ft	
	Biztonsági korlát	2		115	m	230,00	m	45 000 Ft	/m	10 350 000 Ft	
										179 559 523 Ft	

2.3.2. Fenntartási költségek

2.3.2.1. 2x16 m+ 3x20 m támaszközü híd

Aszfalt burkolat fenntartási költségei	K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	15 év alatt
Repedésköntés		1 m²	92 m		92 m²		1 500 Ft	m²	138 000 Ft
Kátyúzás		0.5 m²	92 m		46 m³		15 000 Ft	m³	690 000 Ft
Nyomvályújavítás		6 m²	92 m		552 m³		1 200 Ft	m³	662 400 Ft
									1 490 400 Ft

		Gyakoriság	Mennyiség						Költség		Összesen
			K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	100 évre
Aszfaltburkolatú változat											
	4 cm kopóréteg	15 év	0,36	m²	92 m		33,12	m³	65 000 Ft	m³	12 916 800 Ft
	6 cm kötőréteg	15 év	0,54	m²	92 m		49,68	m³	47 000 Ft	m³	14 009 760 Ft
	4 cm védőréteg	15 év	0,36	m²	92 m		33,12	m³	175 000 Ft	m³	34 776 000 Ft
	bontása	15 év	1,26	m²	92 m		115,92	m³	40 000 Ft	m³	27 820 800 Ft
Tartozékok											
	Szegély	35 év	1,12	m²	92 m		103,04	m³	50 000 Ft	/m³	10 304 000 Ft
	RMA szigetelés	15 év		9 m	92 m		828,00	m²	10 000 Ft	/m²	49 680 000 Ft
	BV bevonat vagy korrózióvédelem	10 év	15,2	m	92 m		1398,40	m²	7 000 Ft	/m²	- Ft
	Biztonsági korlát	35 év		2	92 m		184,00	m	45 000 Ft	/m	16 560 000 Ft
	Zajvédő fal	35 év		2	92 m		184,00	m	50 000 Ft	/m	18 400 000 Ft
							Összesített költség 100 évre:				193 409 760 Ft
		Gyakoriság	Mennyiség						Költség		Összesen
			K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	100 évre
Beton burkolatú változat											
	építése	35 év	2,34	m²	92 m		215,28	m³	65 000 Ft	/m³	27 986 400 Ft
	érdesítése	15 év		9 m	92 m		828,00	m²	300 Ft	/m²	1 490 400 Ft
	bontása	35 év	2,34	m²	92 m		322,92	m³	45 000 Ft	/m³	29 062 800 Ft
	hézagkiontás	5 év		9 m/3m	92 m		276,00	m	3 000 Ft	/m	15 732 000 Ft
Tartozékok											
	Szegély	35 év	1,12	m²	92 m		103,04	m³	50 000 Ft	/m³	10 304 000 Ft
	RMA szigetelés	35 év		9 m	92 m		828,00	m²	10 000 Ft	/m²	16 560 000 Ft
	BV bevonat	10 év	15,2	m	92 m		1398,40	m²	7 000 Ft	/m²	- Ft
	Biztonsági korlát	35 év		2	92 m		184,00	m	45 000 Ft	/m	16 560 000 Ft
	Zajvédő fal	35 év		2	92 m		184,00	m	50 000 Ft	/m	18 400 000 Ft
							Összesített költség 100 évre:				136 095 600 Ft
Burkolat nélkül készülő beton változat											
		Gyakoriság	Mennyiség						Költség		Összesen
			K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	100 évre
Utólagos aszfalt kopóréteg felhordása											
		15 év	0,36	m²	92 m		33,12	m³	65 000 Ft	/m³	10 764 000 Ft
Tartozékok											
	Szegély	35 év	1,12	m²	92 m		103,04	m³	50 000 Ft	/m³	10 304 000 Ft
	BV bevonat	10 év	15,2	m	92 m		1398,40	m²	7 000 Ft	/m²	- Ft
	Biztonsági korlát	35 év		2	92 m		184,00	m	45 000 Ft	/m	16 560 000 Ft
	Zajvédő fal	35 év		2	92 m		184,00	m	50 000 Ft	/m	18 400 000 Ft
							Összesített költség 100 évre:				56 028 000 Ft

2.3.2.2. 2x20 m+ 3x25 m támaszközü híd

Aszfalt burkolat fenntartási költségei	K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	15 év alatt
Repedésköntés		1 m²	115 m		115 m²		1 500 Ft	m²	172 500 Ft
Kátyúzás		0.5 m²	115 m		57.5 m³		15 000 Ft	m³	862 500 Ft
Nyomvályújavítás		6 m²	115 m		690 m³		1 200 Ft	m³	828 000 Ft
									1 863 000 Ft

		Gyakoriság	Mennyiség						Költség		Összesen	
			K metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	Egység	100 évre	
Aszfalt burkolatú változat												
	4 cm kopóréteg	15 év	0,36	m²	115	m		41,4	m³	65 000 Ft	m³	16 146 000 Ft
	6 cm kötőréteg	15 év	0,54	m²	115	m		62,1	m³	47 000 Ft	m³	17 512 200 Ft
	4 cm védőréteg	15 év	0,36	m²	115	m		41,4	m³	175 000 Ft	m³	43 470 000 Ft
	bontása	15 év	1,26	m²	115	m		144,9	m³	40 000 Ft	m³	34 776 000 Ft
Tartozékok												
	Szegély	35 év	1,12	m²	115	m		128,80	m³	50 000 Ft	/m³	12 880 000 Ft
	RMA szigetelés	15 év		9	m	115	m	1035,00	m²	10 000 Ft	/m²	62 100 000 Ft
	BV bevonat vagy korrózióvédelem	10 év	15,2	m	115	m		1748,00	m²	7 000 Ft	/m²	- Ft
	Biztonsági korlát	35 év		2		115	m	230,00	m	45 000 Ft	/m	20 700 000 Ft
	Zajvédő fal	35 év		2		115	m	230,00	m	50 000 Ft	/m	23 000 000 Ft
Összesített költség 100 évre:												241 762 200 Ft

		Gyakoriság	Mennyiség					Költség		Összesen
			K metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	100 évre
Beton burkolatú változat										
	építése	35 év	2,34	m²	115	m	269,1	m³	65 000 Ft	34 983 000 Ft
	érdesítése	15 év		9 m	115	m	1035,00	m²	300 Ft	1 863 000 Ft
	bontása	35 év	2,34	m²	115	m	322,92	m³	45 000 Ft	29 062 800 Ft
	hézagkiontás	5 év		9 m/3m	115	m	345,00	m	3 000 Ft	19 665 000 Ft
Tartozékok										
	Szegély	35 év	1,12	m²	115	m	128,80	m³	50 000 Ft	12 880 000 Ft
	RMA szigetelés	35 év		9 m	115	m	1035,00	m²	10 000 Ft	20 700 000 Ft
	BV bevonat	10 év	15,2	m	115	m	1748,00	m²	7 000 Ft	- Ft
	Biztonsági korlát	35 év		2	115	m	230,00	m	45 000 Ft	20 700 000 Ft
	Zajvédő fal	35 év		2	115	m	230,00	m	50 000 Ft	23 000 000 Ft
							Összesített költség 100 évre:		162 853 800 Ft	

Burkolat nélkül készülő beton változat										
		Gyakoriság	Mennyiség					Költség		Összesen 100 évre
			K.metszet	Egység	Hossz	Egység	Teljes	Egység	Egységár	
	Utólagos aszfalt kopóréteg felhordása	15 év	0,36	m²	115	m	41,4	m³	65 000 Ft	13 455 000 Ft
Tartozékok										
	Szegély	35 év	1,12	m²	115	m	128,80	m³	50 000 Ft	12 880 000 Ft
	BV bevonat	10 év	15,2	m	115	m	1748,00	m²	7 000 Ft	- Ft
	Biztonsági korlát	35 év	2		115	m	230,00	m	45 000 Ft	20 700 000 Ft
	Zajvédő fal	35 év	2		115	m	230,00	m	50 000 Ft	23 000 000 Ft
Összesített költség 100 évre:										70 035 000 Ft

2.3.3. Részleges életciklus- költségek

	Építés	Fenntartás	Összesen
2x16m+3x20m aszf	111,37 MFt	193,41 MFt	304,78 MFt
2x16m+3x20m bet	117,97 MFt	136,10 MFt	254,07 MFt
2x16+3x20m NT	138,36 MFt	56,03 MFt	194,39 MFt
2x20m+3x25m aszf	145,82 MFt	241,76 MFt	387,58 MFt
2x20m+3x25m bet	154,09 MFt	162,85 MFt	316,94 MFt
2x20m+3x25m NT	179,56 MFt	70,04 MFt	249,59 MFt
2x24m+3x30m aszf	192,86 MFt	290,11 MFt	482,97 MFt
2x24m+3x30m bet	206,72 MFt	189,61 MFt	396,33 MFt
2x24m+3x30m NT	229,15 MFt	84,04 MFt	313,19 MFt