

# A forgalom előrejelzésben rejlő kockázatok felmérése

---

Dr. Fekete István – Blaskovics Bálint – Szontágh Péter

A forgalom előrejelzésben rejlő kockázatok felmérése

Kiadó: Boda & Partners Kft.

Megjelent: 2015.

Felelős szerkesztő: Dr. Boda György

Szerző: Dr. Fekete István – Blaskovics Bálint – Szontágh Péter

ISBN 978-963-89257-6-3

A könyv a Budapesti Corvinus Egyetem E-traffic kutatás-fejlesztés projektjének eredményeként jöhetett létre, mely projektet a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap támogatott.

# 1. Table of Contents

<b>1. Az E-Traffic forgalom előrejelző modell általános leírása .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1 A kitűzött cél .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2 A forgalom előrejelzésben rejlő kockázatok felmérése .....</b>	<b>5</b>
1.2.1 Bevezetés .....	5
1.2.2 Kockázat-felmérési módszer a döntések támogatásához .....	6
1.2.2.1 A kockázati források/események meghatározása .....	8
1.2.2.2 Kvantitatív kockázatértékelés .....	8
1.2.2.3 A kockázatok kezelése.....	12
1.2.2.4 Kockázat kontrollig.....	13
1.2.3 A forgalmi előrejelzésben rejlő kockázatok felmérése .....	14
1.2.4 Következtetések.....	22

# 1. Az E-Traffic forgalom előrejelző modell általános leírása

A Budapesti Corvinus Egyetem – továbbiakban Corvinus Egyetem - a Hírközlési és Tudományos Információs Egyesülettel (HTE) közösen elnyert egy innovációs KTIA pályázatot egy újszerű forgalom előrejelző modell létrehozására. A munkába a Corvinus Egyetem meghívta a Budapest Műszaki és Gazdálkodástudományi Egyetem Vasút és Közút Építési Tanszékét is. Könyvünk ennek a vállalkozásnak adja közre az eredményeit. Jelen 1. számú fejezet általánosságban számol be a munka céljáról, a megoldás alapelveiről, a modellről, a nehézségekről és a további lehetőségekről. A modell részletekbe menő ismertetése a könyv további fejezeteinek feladata. Az 1. fejezet tehát a gyors áttekintést szolgálja. A problémák megismerése azonban csak a könyv teljes feldolgozása alapján lehetséges.

## 1.1 A kitűzött cél

Az időjáráshoz hasonlóan a közlekedés is egy kiegyenlítődési folyamat.

- Az időjárás a térben eltérő helyen változó légnyomású, hőmérsékletű és nedvességtartalmú légtömegek állapotjellemzőinek kiegyenlítődési folyamata.
- A közlekedés a kereslet és kínálat találkozását akadályozó térbeli eltérések kiegyenlítődéseinek folyamata.

Ahogy az időjárás előrejelzésére, úgy a közlekedés előrejelzésére is komoly igény van.

- A közlekedés jelentős erőforrásokat köt le, költséges.
- A költségek csökkentéséhez fejlesztésekre van szükség.
- A közlekedéssel kapcsolatos fejlesztéseket oda kell koncentrálni, ahol a lehető legkevesebb beruházás a lehető legnagyobb költségcsökkentést eredményezi.
- A fejlesztések érdekében ismerni kell a közlekedési forgalom várható alakulását.

Az E-Traffic projekt új, innovatív alapokon az **átlagos napi külterületi közúti közlekedési forgalom** előrejelzését tűzte ki célként egy **maximális időhorizonton**, hatékony **felhasználói környezetben**. Lényeges, hogy a modellezés nem terjed ki a települések belterületére. Az átlagos napi közúti közlekedési forgalom tartalmát a továbbiakban még pontosítani fogjuk.

Munkánk során megvizsgáltunk több forgalom előrejelző modellt. Ezek mindegyikét hasznos eszköznek tekintjük az említett cél megvalósítására. A mi kezdeményezésünk ezt az eszköztárat gazdagítja. Meggyőződésünk, hogy a cél elérésére nincs egyetlen, minden szempontból kielégítő megoldás. Ezeket az eszközöket mindig a konkrét feladattól függően kell megválasztani és a tervezők az együttes alkalmazásukkal jutnak a legmesszebbre.

## 1.2 A forgalom előrejelzésben rejlő kockázatok felmérése

### 1.2.1 Bevezetés

A döntéshozók egyre inkább igénylik a döntéstámogatásban rejlő bizonytalanságok modellezését, ily módon kapcsolatot teremtve a döntések és azok várható következményei között. A döntéstámogatás célja a kockázatok hatékony kezelésének vagy tudatos vállalásának elősegítése.

Az elérhető szakirodalom bővelkedik a kockázatfelmérés gyakorlatban történő megvalósítását lehetővé tevő módszerekben és eszközökben. Ezeket áttanulmányozva azt tapasztaltuk, hogy gyakorló szakembereknek általában nehéz megérteni a bonyolult nyelvezetüket, továbbá ritkán mutatnak be szemléletes példákat alkalmazásuk megkönnyítésére. Más szóval a szakirodalom által kínált módszereket általában nem nevezhetjük felhasználóbarátnak. Felismerve mindezt, a módszer kifejlesztése során az elsődleges cél nem a szakirodalom nyújtotta tudományos módszerek osztályozása vagy azok számának növelése volt, hanem a gyakorlatban könnyen alkalmazható, elméletileg jól megalapozott kockázat-felmérési eljárás kifejlesztése és bevezetése.

Mielőtt a részletekre rátérnénk, előtte fontosnak tartjuk, hogy bemutassuk, hogy különböző szerzők miként közelítik meg a kockázat fogalmát.

Bármely feladat megoldásának egyik lényegi sajátossága a bizonytalanságok jelenléte a tevékenységi folyamatban. A bizonytalanság bizonyos értelemben azonos az információhiánnyal, s a különféle eredetű bizonytalanságok sok esetben valamilyen kockázat formájában jelennek meg. Ily módon kockázat nem létezik bizonytalanság nélkül. A bizonytalanság azt jelenti, hogy egy adott esemény bekövetkezését (idejét, helyét, módját) – vagy be nem következését – nem ismerjük pontosan. Ebben az értelemben a bizonytalanság „semleges”, hiszen nem tudjuk még, hogy az számunkra jó vagy rossz következményekkel jár. Ezzel szemben **a kockázat többnyire a bizonytalanság számszerűsíthető negatív vagy pozitív következményeit jelenti, miközben maga a bekövetkezés is bizonytalan, de azok valószínűsége leírható.** Ebből következően a kockázat – a kockáztatás mértéke – mennyiségileg is mérhető, ami így a negatív, illetve a pozitív bekövetkezés valószínűségének és az azzal összefüggő veszteségnek, illetve nyereségnek a szorzata. (Görög, 2008). Annak érdekében, hogy a kockázatokat értékelni lehessen, először meg kell határozni azokat a kockázati forrásokat/eseményeket, amelyek alanyai lesznek az értékelésnek.

Más megközelítések a „mellékhatásokra” koncentrálnak, az ő esetükben a kockázat fogalma általában egy bizonytalan eseményre utal, amelynek lehet negatív vagy pozitív kimenete is (Hillson, 2002). Más szerző szerint egy adott kockázat szintjét úgy is

meghatározhatják, mint az azzal kapcsolatos események valószínűsége és azok nagyságának szorzata (Hopkin, 2012).

A továbbiakban a fenn idézett kockázat fogalom meghatározásokat vesszük alapul az általunk kifejlesztett kockázat-felmérési eljárás egyes lépéseinek bemutatása során.

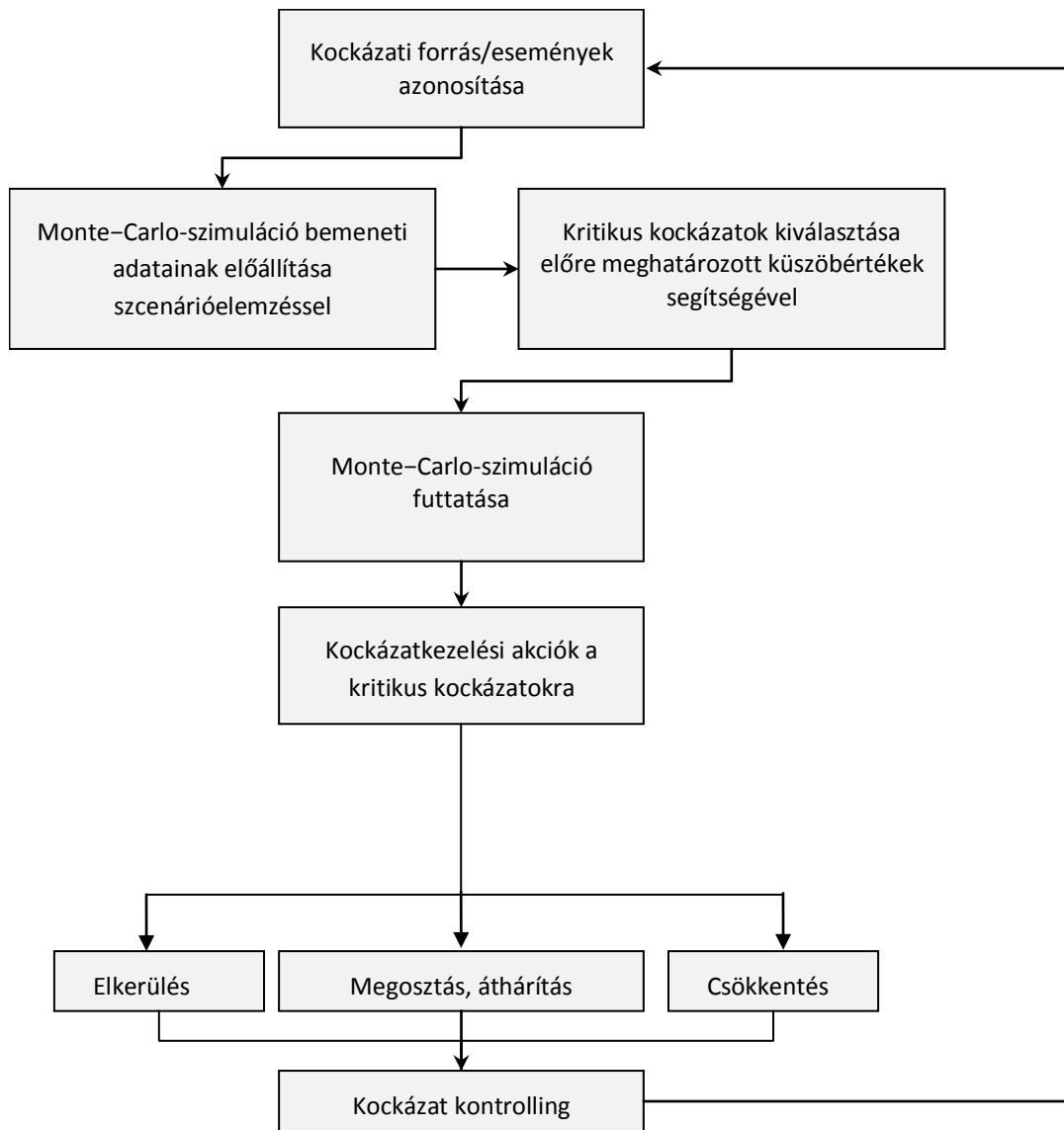
### **1.2.2 Kockázat-felmérési módszer a döntések támogatásához**

A kockázatmenedzsment szakirodalmában számos olyan módszer található, ami alkalmas a kockázatok felmérésére. A legtöbbjük azonban csak akkor használható, ha elegendő számú múltbeli adat áll rendelkezésre, amely jogossá tesz statisztikai módszerek alkalmazását a kockázatok felmérése során (pl. Jorion, 1997). Ha valaki például árfolyam vagy kamatláb kockázati kitettséget szeretne meghatározni, ehhez használhatóak a statisztikai módszerek, mivel árfolyam vagy kamatláb alakulására napi – és azon belüli – rekordok állnak rendelkezésre. De mi a helyzet akkor, ha valaki a forgalom előrejelzésben rejlő kockázatok hatását szeretné értékelni? Ebben az esetben nem létezik napi adatbázis a kockázatok felméréséhez.

A kockázatmenedzsment szakirodalmában különböző megközelítések vannak a kockázatok felmérésre. Ezeket legalább két kategóriába sorolhatjuk: **kvalitatív és kvantitatív módszerek** csoportjába. A kvalitatív módszerek a gyakorlatban könnyen használhatók, de néha előfordul, hogy nem biztosítanak megbízható értékelést. A kvantitatív módszerek használata megbízható, viszont sok múltbeli adat szükséges hozzájuk. Így felmerül a kérdés: ha nincs elegendő múltbeli adat, miért nem állítjuk elő a kvantitatív értékeléshez szükséges input adatokat a szakértők tapasztalatait felhasználva workshopok keretében?

**A kockázatmenedzsmentet úgy írhatjuk le, mint a kockázatok azonosításának, elemzésének, értékelésének, kezelésének és kontrolling tevékenységének önmagába visszatérő ciklikus folyamatát** (Cooper és Chapmen, 1987; Chapmen és Ward, 2003; Projekt Management Institute, 2008, ISO 31000:2009).

1. ábra: A szerzők által kifejlesztett kockázatmenedzsment folyamat



A következőkben tömören összefoglaljuk ennek az eljárásnak a specialitásait, amit abban az esetben is használható, amikor a múltbeli adatok nem állnak rendelkezésre, vagy alkalmatlanok az elemzés elvégzéséhez.

### ***1.2.2.1 A kockázati források/események meghatározása***

Az első feladat **a kockázati források/események strukturált formában történő meghatározása.**

A kockázati források/események feltárásához „szellemi alkotástechnikai” eljárás (mint pl. a brainstorming, Papp, 2002) alkalmazását javasoljuk. A feladatot workshopok keretében célszerű elvégezni, amely néhány órától akár egy teljes napig tarthat a feladat természetétől függően. Az elért eredményt jelentősen befolyásolja a workshop résztvevőinek összetétele. Fő szabályként fogalmazható meg, hogy fontos a szakértők sokéves tapasztalata, valamint csapatban való együttműködés készsége.

Múltbeli adatok hiányában különböző potenciális kockázati forrásokat/eseményeket tartalmazó adatbázis hasznos segítség lehet (de Bakker és mtsai., 2010; Bannermann, 2008, Loosmere és társai., 2006; Ohtaka és Fukuzawa, 2010). Ilyen adatbázisok nagy számban érhetők el a kockázatmenedzsment szakirodalomban (lásd pl. Chow és Cao, 2008; Hartman és Ashari, 2002; Lind és Culler, 2011; Summer, 2000).

### ***1.2.2.2 Kvantitatív kockázatértékelés***

A következő lépés az előzőekben azonosított **kockázati források/események bekövetkezési valószínűségének és hatásának számszerűsítése.** A következőkben be fogjuk mutatni, hogy az általunk kidolgozott módszer miként szolgáltat input adatokat az egyik kvantitatív kockázatértékelési technikához, a Monte–Carlo-szimulációhoz (Herz, 1964).

A gyakorlati alkalmazást beruházási projekt példáján keresztül szemléltetjük. A szimuláció használható pl. a beruházási javaslatok értékelése kapcsán a pénzáramlás nettó jelenértékének kiszámításához (Brealy és Myers, 1993)<sup>1</sup>, valamint a beruházások megvalósítása során annak elősegítésére, hogy a beruházások a tervezett határidőre és a tervezett költségkerettel valósuljanak meg. (Grey, 1995).

#### ***1.2.2.2.1 Beruházási javaslatok értékelése***

Az első feladat az adott beruházás cash flow-modelljének megalkotása és a kockázatelemzés előtti kalkuláció elvégzése (célértékek meghatározása). A következő lépés cash flow-kalkuláció egyes elemeihez kockázati források/események azonosítása. Az azonosítás workshopok keretében szakértők részvételével történik (lásd korábbi alfejezet).

---

<sup>1</sup> Feltételezzük, hogy a pénzáramlás nettó jelenértékét kockázatmentes kamatláb alkalmazásával számoljuk ki.



Miután a kockázatok azonosítása megtörtént, **minden egyes kockázati forráshoz/eseményhez maximum négy különböző scenáriót/forgatókönyvet rendelünk** (Watchorn, 2007). **Múltbeli adatok hiányában a következő feladat az egyes scenárió esetében a bekövetkezési valószínűség és hatás becslése.** Ez a tevékenység is – szakértők többéves tapasztalatát felhasználva – workshopok keretében történik. Fontos megjegyezni, hogy a maximum négy scenárió bekövetkezési valószínűségének összege nem haladhatja meg a 100%-ot; mivel feltételezzük, hogy az **egyes scenáriók egymást kizáróak.** A hatás pedig a lehetséges pozitív vagy negatív irányú eltérést méri a kockázatfelmérés előtt kalkulált értékhez képest (azaz a célértékhez képest), ha az adott kockázat bekövetkezik. Nagyon **fontos a becslés indoklása.** Ennek egyik oka, hogy az indoklás elkészítése arra kényszeríti a becslőt, hogy alaposan végig gondolja a becslés folyamatát, így növelve annak esélyét, hogy a becslés minél inkább reális legyen. A másik ok pedig, hogy így lehetővé válik, hogy egy későbbi időpontban figyelembe lehessen venni a korábbi értékelés során megfogalmazott indoklásokat, amely segítheti a szakértőket az időközben megjelenő új információk tükrében, hogy hol kell a korábban elvégzett értékeléseket módosítani.

A következőkben vizsgálni kell, hogy van-e kölcsönhatás/korreláció az egy vagy több cash-flow elemhez hozzárendelt kockázati források/események között (Hunyadi és társai, 1993)? Ha igen, akkor annak milyen az iránya és az erőssége?<sup>2</sup> A feladat nehézségét ismét az adja, hogy nem állnak rendelkezésre múltbeli adatok, amelyek felhasználásával statisztikai vizsgálatokat végezhetünk két kockázati esemény között a kapcsolat irányának és erősségének meghatározására. Ezért közelítésre van szükség. A gyakorlati tapasztalatok alapján azt feltételezhetjük ugyanis, hogy a gazdasági életben a kapcsolat intenzitása két kockázati esemény között maximum  $\pm 0,6$  lehet a legerősebb kapcsolat esetében is. Azaz másképp fogalmazva a gazdasági életben tökéletes korrelációról általában nem lehet beszélni. Így a workshopon részt vevő szakértőknek tulajdonképpen csak azt kell eldönteniük, hogy a kapcsolat két kockázati esemény között erős, közepes vagy gyenge. Ez orientálhatja a szakértőket az intenzitás mértékének becslésében a  $-0,6$ -tól a  $+0,6$ -ig terjedő tartományon belül. Például, **ha az intenzitás erős, akkor kapcsolat mértéke  $\pm 0,5$  vagy  $\pm 0,6$ , lehet, ha közepes, akkor  $\pm 0,3$  vagy  $\pm$ , ha gyenge, akkor  $\pm 0,2$  vagy  $\pm 0,1$  lehet.** Természetesen így nem lehet az intenzitás mértékét pontosan meghatározni, de továbbra sem feledjük: nem állnak rendelkezésre, vagy nem elegendő mennyiségben állnak rendelkezésre múltbeli adatok.

---

<sup>2</sup> Az irány pozitív, ha egy változó értékének növekedése egy másik változó növekedését idézi elő; és negatív, amennyiben egy változó értékének csökkenése egy másik változó értékének növekedését okozza. Az intenzitás mértéke a korrelációs faktorról mérhető, amely  $-1$  és  $+1$  közötti értékeket vehet fel (Hunyadi és társai, 1993). Illetve 3.2. fejezet is foglalkozik a kérdéssel a településkategóriák kialakításával kapcsolatban.

A következő lépés az egyes cash flow-elem esetében a célértékhez képest az eltérés várható értékének és a szórásnak meghatározása felhasználva a scenárióelemzés során megadott becsléseket. Ezek az információk felhasználhatók lesznek a Monte–Carlo-szimuláció során az input adatok megadásához, melyet a későbbiekben tárgyalunk

Az eltérés várható érték és a szórás más célra is használható: nevezetesen **a kritikus kockázatok kiválasztására. Felfogásunk szerint ugyanis nem kell minden kockázatot kezelni, mivel a kockázat kezelésének költsége esetleg nagyobb lehet annál a hatásnál, mint amit kezelni akarunk.** A kritikus kockázatok kiválasztásra szintén speciális szabályt alkalmazunk. Ennek a szabálynak az értelmében egy kockázat akkor kritikus, ha az eltérés várható értéke és/vagy a relatív szórás<sup>3</sup> értéke magasabb, mint egy korábban meghatározott küszöbérték. Nem létezik pontos képlet a küszöbérték kiszámítására. A kockázatfelmérő tapasztalata határozza meg, hogy hol húzza meg a határokat.

A Monte-Carlo szimuláció input adatainak megadása során – múltbeli adatok hiányában - a fent javasolt módszer segíthet növelni az egyes cash-flow elemekhez (független valószínűségi változók) a legalkalmasabb valószínűségi eloszlási görbe kiválasztásának esélyét, valamint az adott görbe várható értékének és szórásának meghatározását. Ez az oka, amiért elsőként scenárióelemzést végezzük, és annak befejeztével futtatjuk csak a Monte–Carlo-szimulációt.

A következő feladat kiválasztani a függő valószínűségi változót, amely lehet pl. a beruházás cash-flow kalkulációjának nettó jelenértéke.

Ha minden input adat rendelkezésre áll, akkor futtathatóvá válik a Monte-Carlo szimuláció. Ehhez előzetesen azonban még be kell állítani az iterációk számát, azaz meg kell határozni, hogy hány kísérlet alapján álljon elő a függő változó valószínűségi eloszlási görbéje. Amikor ezt a számot eléri a szimuláció, akkor előáll a nettó jelenérték valószínűségi eloszlása az összes jellemző statisztikai értékkel (várható érték, szórás, terjedelem stb.).<sup>4</sup> Az így kapott valószínűségi eloszlás tartalmazhatja a célértéket is (a kockázatelemzés előtti nettó jelenérték), így lehetségessé válik, hogy összehasonlítsuk a kockázatelemzés előtti és utáni kalkuláció eredményét.

Mindez a piacon kapható számítógépes szoftverek támogatásával könnyen megvalósítható.<sup>5</sup>

---

<sup>3</sup> Relatív szórás: a szórás és a várható érték hányadosa.

<sup>4</sup> Ez akkor igaz, ha a nettó jelenértéket kockázatmentes kamatlábbal számoltuk.

<sup>5</sup> Pl. Oracle Crystal Ball, Palisade @Risk, Sigma Integrisk®

#### 1.2.2.2.2 Beruházási projektek megvalósításának értékelése

Az első lépés a kockázatfelmérés elvégzésére alkalmas magas szintű projektterv elkészítése. A projektterv tartalmazza az egyes tevékenységeket, a tevékenységek időtartamát, logikai kapcsolatokat a tevékenységek között, és részletes erőforrás- és költségtervet (Grey, 1995), valamint a kockázatelemzés előtti értékeket (célértékek). Mivel a megvalósítás során tevékenység alapú kockázatfelmérést végzünk, így a Monte–Carlo szimuláció során az egyes projekttevékenység időtartama és költsége lesznek független valószínűségi változók

A következő lépés a magas szintű projektterv egyes tevékenységeinek időtartamára vagy a megvalósítás költségére ható kockázati források/események azonosítása az általunk kifejlesztett speciális kockázati adatbázis felhasználásával.

A kockázati források/események azonosítása után a következő feladat, azok értékelése szenárióelemzéssel, valamint a valószínűségi változók közötti kölcsönhatások vizsgálata a beruházási javaslatnál leírtakkal teljesen megegyező módon. (Cleden, 2009) (Nakatsu és Iacovou, 2009).

A szenárióelemzés adatait felhasználva történik az egyes projekttevékenység időtartama/költsége valószínűségi eloszlási görbéjének kiválasztása a beruházási javaslatok értékelésénél leírtakkal teljesen megegyező módon. A gyakorlatban a leggyakrabban előforduló eloszlások a béta, gamma, háromszög, lognormális és normális eloszlás (Evans és társai, 1993). Ezután az adott eloszlás jellemző paramétereit (várható érték, szórás) kell kiszámítani a szenárióelemzés eredményeinek felhasználásával.

Amikor minden input adat rendelkezésre áll, a szimuláció futtatható és a projekt kritikus útjának hossza és/vagy teljes költsége kiszámítható abból a nagy mennyiségű véletlenszerű adatból, amely a tevékenységek időtartamához/költségéhez rendelt valószínűségi eloszlásokból állt elő. Ez a piacon fellelhető számítógépes programok segítségével oldható meg (Grey, 1995). A szimuláció alkalmazása növeli az esélyét annak, hogy a projektet időben és a költségvetés keretein belül fejezhessük be.

### 1.2.2.3 A kockázatok kezelése

A következő lépés a kockázatmenedzsment **folyamatában megfogalmazni és végrehajtani a kockázatkezelő akciókat a korábban kiválasztott kritikus kockázatokhoz**. A cél elkerülni, megosztani, áthárítani vagy viselni a kockázatokat a kockázatkezelési eszközök segítségével (Haris, 2009).

Fontos hangsúlyozni azonban azt, hogy a kockázatkezelési akcióknak **nem az a célja, hogy megszüntessék a kockázatokat, hanem inkább a kockázati kitettségek a döntéshozók számára már elfogadható szintre való csökkentése**.

A kockázatkezelési akciók megfogalmazása során ezért célszerű a következőkre figyelni:

- Az elemei „quick-win” jellegűek, azaz gyorsan végrehajthatók legyenek alacsony ráfordítással és az eredményt gyorsan kell, hogy produkálják. A kockázatkezelési akciók végrehajtásának költségének alacsonyabbnak kell lennie, mint a kockázat bekövetkezése esetén felmerülő költségeknek.
- Tartalmazhat olyan elemeket is, amelyeket már elkezdtek megvalósítani. Ez akkor fordulhat elő, amikor a szakértők az elemzés során olyan akciókat fogalmaznak meg, amelyek megvalósításáról a kockázatfelmérés előtt már intuitív módon döntöttek és a döntés helyességét a kockázatfelmérés is alátámasztotta.
- A kockázatkezelési akcióknak mérhetőnek kell lenniük. Egy beruházási projekt esetében a javasolt kockázatkezelési akciók megvalósításával nő az esélye a projekt időben történő befejezésének és a meghatározott költségek kereten belüli megvalósításának, vagy sikerül biztosítani az elvárt projekt megtérülést. Más szóval: a javasolt kockázatkezelési akciók megvalósításával lehetővé válik a célértékek elérése, vagy megközelítése.
- Fontos, hogy a jelzett akciók mellé a végrehajtásért felelős kockázatgazdákat jelöljenek ki. A kockázatgazda egy személy vagy szervezet lehet.

A következőkben a lehetséges kockázatkezelési eszközök részletesebb bemutatására kerül sor. (Balaton és társai, 2005):

- **Kockázatok elkerülése:** Akkor alkalmazzák, amikor a kockázat gyakran következik be és bekövetkezés esetén hatása nagy (Pata és Tatai, 2008). Jó példa erre a megelőző akciók adott folyamatba ágyazása (műszaki vagy életvédelmi, szűrő/ellenőrző rendszerek) **megelőző célzattal**.
- **Kockázatok csökkentése:** Egyrésztől cél lehet a kockázat bekövetkezési valószínűségének csökkentése olyan eszközökkel, amelyek megakadályozzák, hogy a kockázat bekövetkezessen. Jó példa erre a „Dohányozni tilos” tábla elhelyezése a benzinkutaknál, amely elősegítheti azt, hogy ne következzen be robbanás. Vannak azonban olyan esetek, amikor nincs befolyásunk a kockázat

bekövetkezésére, ilyenkor csak a hatást lehet csökkenteni, ha a kockázat bekövetkezik. Ilyen eset lehet például a sztrájk. Ilyenkor is gondoskodni kell a dolgozók bejutatásáról a munkahelyekre. Ezt szolgálhatja az **üzletmenet-folytonossági terv**.

- **Kockázatok áthárítása vagy megosztása:** Azt jelenti, hogy találunk egy külső partnert, aki egy adott összeg fejében átvállalja az esetleges működési zavarokból adódó veszteségeket. A kockázat áthárítására tipikus példa a **biztosítás**, de egy fővállalkozó megbízása a projekt kivitelezésében is jó példa lehet erre (Görög, 2008).
- **Kockázatok viselése** – Ebben az esetben a kockázatokat nem lehet elkerülni vagy áthárítani, vagy a kezelésük költsége aránytalanul magasabb lenne a várható hatásukhoz képest. Ilyenkor a döntéshozó tudatosan vállalja a kockázatokat.

A kockázatkezelési akciók könnyebben megfogalmazhatósága érdekében kidolgoztuk a kockázatkezelési akciók adatbázisát, amely 50-nél több különböző akciót tartalmaz.

#### **1.2.2.4 Kockázat kontrolling**

A kockázatmenedzsment folyamatának utolsó lépése a kockázatkezelési akciók végrehajtása idején végzett kockázat kontrolling tevékenység, mely három különböző elemet tartalmaz.(Boehm, 1989):

1. A kockázatmenedzsmentet úgy kell tekinteni, mint egy adott pillanatról készült **pillanatfelvételt**. Így előfordulhat, hogy **már másnap az elemző tudomására jut egy olyan új információ, amely alapvetően befolyásolja a felmérés eredményét**. Ilyenkor érdemes az egész felmérést újra elkészíteni. Természetesen a megismételt felmérést már sokkal gyorsabban meg lehet valósítani, mivel az elvégzendő feladat alapvetően az új információk értékelésére koncentrálódik. Természetesen a kritikus kockázatok változhatnak, amely maga után vonhatja a kockázatkezelési akciók módosításának szükségességét is.
2. A kontroll tevékenység második eleme **a kockázatkezelési akciók megvalósításának nyomon követése**. Ez klasszikus kontroll tevékenységet jelent, mely az alábbi feladatok megoldását foglalja magában: helyzetfelmérés, a hatás elemzése, módosítás a hatáselemzés alapján, utasítások és a módosítások közlése és azok végrehajtása.
3. A kontroll tevékenység harmadik komponense a terv-tény elemzés végrehajtása a kockázatkezelési akciók végrehajtását követően. Cél **a kockázatfelmérés előtti és utáni állapotot összehasonlítása**. A terv-tény elemzés jelenti a költség-

haszon elemzés inputját (Fekete, 2011), amely képes mérni a kockázatkezelés hatékonyságát és hatásosságát.

### 1.2.3 A forgalmi előrejelzésben rejlő kockázatok felmérése

Természetesen az általunk kifejlesztett kockázat-felmérési módszert nemcsak a projektek döntés-előkészítése és megvalósítása során lehet használni.

Az E-Traffic modellben a forgalmat az alábbi utazási okokhoz kapcsoljuk:

- munkába járás,
- iskolába járás,
- magán célú ügyintézés,
- vásárlás,
- egészségügyi ügyintézés,
- rászoruló/családtagok kísérése,
- szabadidő,
- sport,
- üzleti célú forgalom,
- rokonlátogatás.

Ezen utazási okokban – az utazások mögötti törvényszerűségek azonosítására építve – a modell becsli a településekről kimenő (O) és a településekre beérkező utazások számát (D).

A következő feladat az O és D vektorok nagyságát meghatározó egyenletek időbeli kiterjesztése és ezen keresztül település szintű forgalom előrejelzés elkészítése. A feladat megoldását lényegesen nehezítette, hogy általában nem állt rendelkezésre megfelelő mennyiségű és minőségű adat, amelynek felhasználásával megalapozott becslés és előrejelzés készíthető. Ezt a problémát a több szinten kezeltük, pl. kapcsolat a GDP várható alakulásával, korábbi értékekre épített trendfüggvények. Természetesen azonban semmi sem garantálja azt, hogy a fenti módon meghatározott trend valóban használható a 2020-ig terjedő időszakra az utazások számának előrejelzésére, illetve a GDP változás mértékét sem lehet pontosan előre jelezni. Ez bizonytalanná teszi a forgalom előrejelzését is. Ennek az az oka, hogy a jövőbe nem lehet pontosan beleslátani, másképpen fogalmazva **a jövő értékelésével kapcsolatban mindig információhiány áll fenn. Ez a tény alapozza meg a kockázatfelmérés elvégzésének szükségességét**, melynek segítségével pontosabb kép vázolható fel a jövővel kapcsolatban. Így a projektben döntés született arról, hogy az előrejelzés részét

képezze a településekről kimenő és oda beérkező személyforgalom nagyságát befolyásoló kockázatok felmérése és értékelése is. A kockázatfelmérés elvégzésével a szakértők azt várták, hogy az előrejelzés alapjául szolgáló adatok relevanciája növekszik.

A kockázatfelmérést a munkába járásra, magán célú ügyintézésre, vásárlásra, egészségügyi ügyintézésre, rászoruló/családtagok kísérésére, szabadidőre, sportra és az üzleti célú utazásra végeztük el.

Ezek közül a munkába járás kapcsán mutatjuk be a kockázatfelmérés menetét. Tesszük ezt két okból:

- Statisztikai adatfelmérések alapján a településekre beérkező és onnan kimenő forgalom jelentős részét a munkába járás indukálja, ezért a kockázatfelmérés eredménye leginkább ennél az utazási oknál releváns.
- Másrészt a területi korlátok nem teszi lehetővé, az összes utazási oknál elvégzett kockázatfelmérés eredményének bemutatását.

A következőkben tehát lépésről-lépésre bemutatjuk a kockázatfelmérés egyes lépéseit a munkába járásra vonatkozóan.

A kockázatfelmérés elvégzéséhez szükséges input adatok a következők:

- Településszinten az **O és D értékeket meghatározó egyenletek**.
- O és idegen D értéket **leginkább befolyásoló mozgatórugók** meghatározása. Ez a munkába járás esetén a főállású adófizetők (foglalkoztatottak) száma.
- A kiválasztott változóra a **2009-2020 időszakra vonatkozó trend meghatározása**. Tekintettel arra, hogy a GDP várható alakulása és a főállású adófizetők várható számának alakulása között feltételezhető a kapcsolat, a kapcsolat irányát és erősségét a munka célú utazások becslésért felelős szakértő és egy másik, a projektben résztvevő szakértő regresszió számítással modellezte, és a számítás részleteit külön fejezetben publikálja (3.4. fejezet).

A szükséges input adatok rendelkezésre állást követően került sor a kockázatfelmérés elvégzésére a korábban leírtak szerint.

1. Az első feladat a főállású adófizetők várható számát és ezen keresztül az O és D értékeket befolyásoló **kockázati források/események azonosítása**. A feladatot a munka célú utazások becsléséért felelős szakértővel közösen végeztük el.

A munka eredményeként négy kockázati forrást/ eseményt azonosítottunk. Fontos, hogy minden egyes kockázati forráshoz/eseményhez részletes leírást is készítettünk, melyet az 25. táblázat tartalmaz.

2. táblázat: Kockázati források/események a munka célú utazásoknál – adófizetők számára vonatkozóan

<b>Forgalomkeltés és vonzás:</b> A településen kívüli munkába járás (Honos O és Idegen O)
<b>Kockázati forrás/esemény:</b> jogszabályi változás
<b>Részletes leírás:</b> Jogszabályváltozás következtében adószint, adószerkezet, illetve a közmunka volumenének kedvezőtlen vagy kedvező irányban történő változása.

<b>Forgalomkeltés és vonzás:</b> A településen kívüli munkába járás (Honos O és Idegen O)
<b>Kockázati tényező:</b> technológia változása
<b>Részletes leírás:</b> Olyan új technológia megjelenése, amely az élőmunka szükségletet csökkenti, de a termelékenységet növelheti.

<b>Forgalomkeltés és vonzás:</b> A településen kívüli munkába járás (O és D)
<b>Kockázati tényező:</b> helyettesítő termékek megjelenése
<b>Részletes leírás:</b> A vállalkozások által előállított termékek iránti kereslet kedvezőtlen, vagy kedvező irányban történő megváltozása.

<b>Forgalomkeltés és vonzás:</b> A településen kívüli munkába járás (O és D)
<b>Kockázati tényező:</b> munkaerő árának változása
<b>Részletes leírás:</b> A munkaerő ára a termelékenységnél lassabban és gyorsabban is változhat

2. A kockázati források/események azonosítását követően került sor **az egyes események értékelésére**. Az értékeléshez egy kvantitatív technikát, a scenárióelemzést választottuk. Azért erre a technikára esett a választásunk, mert az azonosított kockázati események bekövetkezése esetén a főállású adófizetők száma eltérő irányban (növekedés vagy csökkenés), illetve eltérő mértékben változhat. **A scenárióelemzés alkalmas technika a trendhez képest eltérő irányú és mértékű változások és a hozzájuk tartozó valószínűségek szemléletes leírására**. Fontos megjegyezni, hogy **minden egyes kockázati eseményhez maximum 3 scenáriót fogalmaztunk meg**. Ezek közül az egyik scenárió az is lehet, hogy a trendben megfogalmazottak érvényesülnek, azaz a



trendhez képest sem pozitív, sem negatív irányban nem lesz eltérés. A három scenárió közül az egyik biztosan bekövetkezik, ezért együttes bekövetkezési valószínűségüknek 100%-nak kell lennie. Mindenegybe becsléshez részletes indoklást is adtunk

Ugyanaz a kockázat esemény a különböző méretű települések forgalmára nem egyformán hat. Ezért azt a megoldást választottuk, hogy a KSH által meghatározott településkategóriákat vettük alapul (lásd KSH Lakossági Utazási Szokások felmérése), és településkategóriánként az értékelést külön-külön végeztük el. Ezek a következők:

- 1. kategória: 1 millió főnél nagyobb települések
- 2. kategória: 100 ezer és 1 millió fő közötti települések
- 3. kategória: 50 ezer és 100 ezer fő közötti települések
- 4. kategória: 10 ezer és 50 ezer fő közötti települések
- 5. kategória: 5 ezer és 10 ezer fő közötti települések
- 6. kategória: 2 ezer és 5 ezer fő közötti települések
- 7. kategória: 2 ezer fő alatti települések

Természetesen nem minden kockázati esemény esetben van eltérés a településkategóriák között. Ilyen például a jogszabályváltozás, amelynek hatása független a település méretétől. A 26. táblázat erre mutat be példát.

### 3. táblázat: Szcenárióelemzés eredményei

<b>Forgalomkeltés és vonzás:</b> A településen kívüli munkába járás (O és D)	
<b>Kockázati tényező:</b> jogszabályi változás	
<b>Részletes leírás:</b> Jogszabályváltozás következtében az adószint, adószerkezet, illetve a közmunka volumenének kedvezőtlen vagy kedvező irányban történő változása.	
<b>Szcenáriók</b>	
<b>1. szcenárió</b>	A trendben meghatározott jogszabályi környezethez képest 2020-ig nem várható változás.
A becslés indoklása	A gazdaságpolitika kiszámíthatósága miatt 50%-os valószínűséggel 2014-2020 közötti időszakban nem várható semmilyen olyan extra esemény, amely maga után vonná a jelenlegi adószint és adószerkezet megváltozását, így emiatt a trend alapján meghatározott O és D értékek sem változnak.
Valószínűség (%)	50
%-os eltérés a 2020-ra előre jelzett utazás számtól (O és D)	0
<b>2. szcenárió</b>	A kormányzati intézkedések hatására az adószint és adószerkezet kedvezően alakul.
A becslés indoklása	A 2014-2020 közötti időszakban 40%-os valószínűséggel a kormányzati intézkedések hatására (pl. a versenyképesség javítása érdekében a társasági adó további csökkentésével, stb.) a főállású adófizetők száma az előre jelzett trendnél is kedvezőbben alakul és ez településkategóriáktól függetlenül a jelenlegi kb. 4 millió adófizető számát 10%-kal növelheti, amely a 2020. évi O és D értékekre is ugyanekkora hatást gyakorol.
Valószínűség (%)	40
%-os eltérés a 2020-ra előre jelzett utazás számától (O és D)	10
<b>3. szcenárió</b>	A jogszabályi környezet kedvezőtlenül alakul.
A becslés indoklása	A 2014-2020 közötti időszakban 10%-os valószínűséggel a világgazdaságban előre nem látható válság alakul ki (pl. orosz válság), amelynek következtében a főállású adófizetők száma a trendhez képest csökkenhet. Ezt a kedvezőtlen hatást a kormányzat nem tudja, vagy nem akarja közmunkával ellensúlyozni. Az előre nem látható válság következtében az adófizetők száma 2020-ig kb. 5%-kal csökkenhet, amely településmérettől függetlenül az O és D értékekre is hasonló hatást gyakorol.
Valószínűség (%)	10
%-os eltérés a 2020-ra előre jelzett utazás számától (O és D)	-5

A scenárióelemzést a 26. táblázatban bemutatott példához hasonló módon a további három azonosított kockázati forrás/esemény értékelésére is elvégezték a szakértők.

- 3.** A következő feladat **a négy kockázati forrás/esemény közötti kölcsönhatások vizsgálata**. A projekt szakértői azonban azzal a feltételezéssel éltek, hogy az azonosított kockázati források/események egymástól függetlenek. Ez nem feltétlenül igaz, hiszen például a technológia változás bekövetkezése is indukálhat jogszabályváltozást. Ezek értékelése azonban múltbeli adatok hiányában oly mértékben bonyolítaná az értékelési folyamatot és olyan mértékű pontatlanságot vinne bele a becslésbe, hogy a szakértők úgy döntöttek, hogy még mindig kisebb hiba azzal a feltételezéssel élni, hogy **a különböző kockázati források/események egymástól függetlenek**.

A scenárióelemzés értékelése alapján meghatározható, hogy az egyes kockázati források/események külön és együttesen milyen hatást gyakorolnak az O és D értékekre. A feladat elvégzéséhez a projekt szakértői furmánymodellt készítettek, amely a korábban megnevezett hét településkategória egy-egy nem reprezentatív módon kiválasztott településére mutatja be az O és D értékek számításának menetét.

A kiválasztott települések a következők:

- Budapest
- Szeged
- Szolnok
- Esztergom
- Soltvadkert
- Pannonhalma
- Szigliget

A modell egyrészt tartalmazza a 2009. évi utazásszámra adott becslést, továbbá a trend alapján a 2020. évi várható utazásszámokat, továbbá a kockázatfelmérés eredménye alapján a 2020. évi korrigált forgalmi adatokat. Ez utóbbira mutat be példát a 27. táblázat a jogszabályváltozás példáján.

A 27. táblázat első oszlopában a trend alapján a hét kiválasztott településre az O értékek láthatóak. A táblázat második, harmadik és negyedik oszlopában az egyes scenáriók értékelése alapján településenként a módosított O értékek találhatóak.

A második oszlop számai megegyeznek az elsővel, ennek az az oka, hogy ebben a scenárióban nincs eltérés a trendhez képest. A harmadik oszlop a foglalkoztatottaknak csökkenésének hatását szemlélteti a trendhez képest, a negyedik oszlop pedig a foglalkoztatottak számának növekedését.

4. táblázat: *Scenárióelemzés eredménye a jogszabályváltozás példáján (utazások száma)*

	Jogszabályváltozás		
<b>O (2020.)</b>	<b>O 1 (2020.)</b>	<b>O 2 (2020.)</b>	<b>O 3 (2020.)</b>
129 355	129 355	122 888	142 291
13 172	13 172	12 514	14 489
6 315	6 315	6 000	6 947
2 388	2 388	2 269	2 627
522	522	495	574
728	728	687	809
100	100	92	114

A 27. táblázathoz hasonlóan a tovább három kockázati forráshoz/eseményhez tartozó O értékeket is meg kell határozni az egyes településekre külön-külön.

Mivel az azonosított négy kockázati forrás/esemény a foglalkoztatottak számán keresztül a D értékekre is hatást gyakorol, ezért a scenárióelemzést a D értékekre is el kell végezni az itt ismertetett módon.

4. Az utolsó feladat **a négy kockázati forrás/esemény aggregált hatásának értékelése településenként az O és D értékekre**. Az aggregálás célja annak meghatározása, hogy mely kockázati forrás/esemény okozza az O és D értékekben településenként a legnagyobb negatív irányú (a trendhez képest csökkenés), és legnagyobb pozitív irányú (a trendhez képest növekedés) eltérést. Az aggregálás másik célja a négy kockázati tényező együttes hatásaként településenként az O és D várható értékének kiszámítása.

Az aggregálás eredményét a település szintű O értékekre a 28. táblázat szemlélteti.

5. táblázat: Az aggregálás eredményei (utazások száma)

<b>O MIN (Település, 2020)</b>	<b>O EV, 2020</b>	<b>O 2020</b>	<b>O MAX (Település, 2020)</b>
122 888	130 552	129 355	142 291
12 514	13 294	13 172	14 489
6 000	6 374	6 315	6 947
2 269	2 410	2 388	2 627
495	526	522	574
666	739	728	851
92	101	100	114

A 28. táblázat harmadik oszlopa tartalmazza a hét kiválasztott településre a 2020. évi O értékeket a trendszámítás alapján. Ezek az értékek megegyeznek a 27. táblázat első oszlopának értékeivel. A 28. táblázat első oszlopa azt mutatja meg, mekkora lehet az O értékekben a legnagyobb csökkenés a harmadik oszlopban található O értékekhez képest, ha az azonosított kockázati események bekövetkeznek. Látható, hogy ezek az értékek egy kivételével megegyeznek a 27. táblázat harmadik oszlop értékeivel. Ez azt jelenti, hogy a négy azonosított kockázati forrás/esemény közül a domináns a jogszabályváltozás, mivel ennek bekövetkezése esetén várható a legnagyobb csökkenés a hét településkategória közül hat esetében. Csupán egyetlen településkategória van, ahol nem ez a kockázati forrás/esemény okozza a legnagyobb csökkenést.

A 28. táblázat negyedik oszlopa azt mutatja meg, mekkora lehet az O értékekben a legnagyobb növekedés a harmadik oszlopban található O értékekhez képest, ha az azonosított kockázati események bekövetkeznek. Látható, hogy ezek az értékek egy kivételével megegyeznek a 27. táblázat harmadik oszlop értékeivel. Ez azt jelenti, hogy a négy azonosított kockázati forrás/esemény közül a domináns a jogszabályváltozás, mivel

ennek bekövetkezése esetén várható a legnagyobb növekedés a hét településkategória közül hat esetében. Csupán egyetlen településkategória van, ahol nem ez a kockázati forrás/esemény okozza a legnagyobb növekedést.

Végül a 28. táblázat második oszlopa a négy azonosított kockázati forrás/esemény együttes hatásaként az O település szintű várható értékeit tartalmazza.

A 28. táblázat első sora alapján, amely Budapestre vonatkozóan mutatja az O különböző értékeit, megállapítható, hogy a kockázatfelmérés eredményeként a munkába járásra vonatkozó Budapestről kimenő forgalom várhatóan magasabb lesz (130 552 utazás), mint a trendszámítással meghatározott érték (129 355 utazás). Míg a terjedelem 122 888 (utazás) és 142 291 (utazás) között változhat, amely lényeges eltérést mutat a trendszámítással kalkulált értékhez képest. Természetesen ezek is csak becsült értékek, amelyek magukban hordozzák a pontatlanságot. Ugyanakkor a kockázatfelmérés eredménye mindenképp árnyaltabbá teszi a képet, amelyek hasznosak lehetnek a döntéshozók számára, amikor például a forgalmi modellezés eredményeit is figyelembe véve kell döntést hozni az adott települést elkerülő útszakasz megépítéséről.

Természetesen a 27. és 28. táblázat adatait a projekt szakértői a D értékekre is előállították, azonban ezeket az eredményeket terjedelmi okok miatt az anyag nem tartalmazza.

#### **1.2.4 Következtetések**

A következőkben a kockázatmenedzsment alkalmazásából származó előnyöket foglaljuk össze a forgalmi előrejelzés során szerzett tapasztalatokat is figyelembe véve:

- A kockázatfelmérés bekapcsolása a forgalom előrejelző modellbe segít annak megértésében, hogy utazási okonként milyen kockázati események és miként módosíthatják az előre jelzett trendhez képest az O és D értékeket a 2014-2020 közötti időtávra.
- Az egyes kockázati eseményekre adott becslések részletes indoklása megkönnyíti egy későbbi időpontban a kockázatfelmérés aktualizálásának elvégzését.

- A kockázatfelmérés bekapcsolásával a korábbi pontbecslés helyett értéktartomány becslést kapunk (minimum, maximum, várható érték), amely a forgalombecslés relevanciáját növelheti.

Továbblépési lehetőségként fogalmazható meg a becslés pontosságának növelése. Ennek érdekében érdemes lenne kutatást végezni arra vonatkozóan, hogy a utazáskeltést és -vonzást a most figyelembe vettekén kívül milyen további kockázati források/események befolyásolhatják, és ezek miként hathatnak az utazási szokásokra. A kutatás eredményeinek felhasználásával érdemes lenne a kockázatfelmérést ismételt elvégezni. Mindez megteremthetné annak a lehetőségét is, hogy scenárióelemzés eredményeit felhasználva Monte-Carlo szimuláció is futtathatni lehessen, amely a kockázatfelmérés eredményét tovább pontosíthatná. A kockázatfelmérés másik hozzáadott értéke lehetne a kezelendő kockázatokra kockázatkezelési akciók megfogalmazása és végrehajtása, amely jelen esetben hatástanulmányok készítését jelentené, mielőtt döntés születne például egy új autópálya szakasz, vagy egy adott települést elkerülő útszakasz megépítéséről.