



SZENT ISTVÁN
EGYETEM

GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR, GÖDÖLLŐ



Műszaki Menedzsment Intézet
Műszaki menedzser mesterszak
Projektmenedzsment specializáció

Hibrid projekt tervezés módszereinek adaptációs lehetőségei új technológiájú autóiipari széria fejlesztésben

Készítette: Zelenka Júlia (KQC931)

Belső konzulens: Dr. Kovács Imre, mesteroktató

Külső konzulens: Ónody Attila, PMI, Customer Project
Manager

Gödöllő,
2021

Tartalomjegyzék

Bevezetés	3
Témaválasztás.....	3
Az elektromos autózás helyzete napjainkban.....	4
Irodalomkutatás	7
A klasszikus és az agilis projektmenedzsment	8
Komplex projektek, hibrid projektmenedzsment	13
A komplexitás összetevői	13
A komplexitás típusai	16
A komplexitás lehetséges modelljei	16
<i>Turner és Cochrane mátrixa</i>	17
<i>Stacey-féle megállapodás és bizonyosság-mátrix</i>	18
<i>Williams modell</i>	19
<i>UCP modell</i>	19
<i>NTCP keretrendszer</i>	23
<i>Cynefin döntéshozatali keretrendszer</i>	25
Összetett fejlesztési projekt elemzése különböző komplexitási modellekkel	27
Az eAxle	27
Technikai elvárások	29
Időterv	29
Költségvetés.....	30
Gyártástervezés.....	33
eAxle fejlesztés a Turner és Cochrane mátrixban	34
Az eAxle projekt a Stacey-féle megállapodás és bizonyosság-mátrix szerint	35
Az eAxle Williams modellben.....	37
Az eAxle az UCP modell szerint	38
eAxle fejlesztés az NTCP keretrendszer szerint.....	39
Cynefin döntéshozatali keretrendszer alkalmazása az eAxle-en	40
Konklúzió, javaslatok	Error! Bookmark not defined.
Rizikómenedzsment komplex projektben.....	44
Változás kezelés.....	48

Bevezetés

Témaválasztás

Diplomamunkámban azt fogom vizsgálni, hogy a modern autóiipari projektekben hogy célszerű vegyíteni a vízességű klasszikus projektvezetés elemeit és a főként szoftverfejlesztésben használatos agilis metódusok egyes módszereit.

Az elektromos autózás manapság egy igen dinamikus fejlődő ágazat, ahol a vevői igények egy-egy projekt során is rendkívül gyorsan változnak. Ezeknek a dinamikus módosuló igényeknek a kielégítése nem lehetséges a projekt tevékenységeinek sorozatos lineáris szakaszokra bontásával, ahol az egyes szakaszok az előző fázis eredményeitől függenek, és az adott feladat specializációjának felelnek meg. Az agilis irányzatok ott a legsikeresebbek, ahol nagy mértékű változásra, bizonytalanságra lehet számítani, és ezt gyakori visszajelzésekkel szeretnénk kezelni. Ez általában akkor megvalósítható, ha egyszerű, vagy nem fizikai termékről van szó. Egy autóiipari termék gyártása túl bonyolult ahhoz, hogy folyamatos iterációkkal fejlesszünk, hiszen az egyes mintafázisok gyártására a szerszámok megrendelésével, és a gyártó állomások kialakításával előre kell készülni. Azt fogom megvizsgálni, hogy melyik projekt szakaszokban és hogyan lehetséges a változások implementálása, és ezt milyen agilis módszerekkel célszerű kezelni.

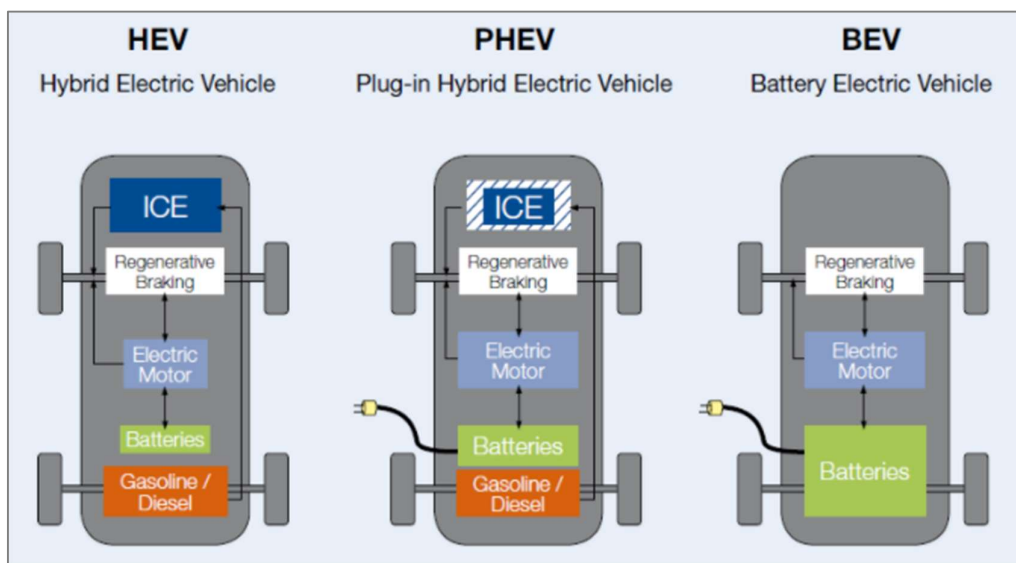
Az utóbbi időben központi témává vált az autóiipar visszaesése, egy válsághelyzet kialakulása a technológiaváltás miatt. Az európai szabályozások egyre szigorúbb követelményeket támasztanak a járművek károsanyag kibocsátásával kapcsolatban, ezzel az elektromos autózás fejlődését tovább gyorsítva. Az autógyártók törekednek hibrid és tisztán elektromos járműplatformok kialakítására. A Magyar Innovációs Szövetség állásfoglalása szerint kijelenthető, hogy hazánkban is rendkívüli figyelmet fordítanak az elektromobilitás területén zajló fejlesztésekre. Az utóbbi évek tendenciából látszik, hogy érdemes kiemelten foglalkozni ezzel a területtel, és a hatékony projektmunka érdekében egy optimális, kifejezetten a technológiai irányzatnak megfelelő projekt struktúrát kialakítani. Magam is egy autóbeszállító cég ilyen témával foglalkozó fejlesztő osztályán dolgozom, így személyes törekvésem a lehető leghatékonyabb munkamodell kialakítása.

Az elektromos autózás helyzete napjainkban

Szeretném néhány aktuális vizsgálati eredménnyel alátámasztani, hogy miért fontos egy elektromos hajtáslánc fejlesztési és projektvezetési struktúráját optimalizálni.

2020-at az áttörés évének is nevezhetjük az elektromos autózás tekintetében. A kialakult válsághelyzet felgyorsította a tiszta energiák és tisztább üzemű közlekedés előtérbe kerülését a világban. Ebben fontos szerepet játszott, hogy olyan gazdaságilag meghatározó egységek, mint az Európai Unió úgy döntöttek, a válság után nem a régi, megszokott struktúrát rekonstruálják, hanem egy tisztább, környezetkímélőbb gazdasági rendszert próbálnak kialakítani. Ami a villanyautózást illeti, itt több korábban indul folyamat is összeért ebben az évben. Egyrészt, minden eddiginél több tradicionális autógyártó ennyi különböző méretű, kategóriájú attraktív elektromos autót. Másrészt a legtöbb országban még a válság ellenére is fenntartották a környezetbarát fejlesztésekre szánt támogatási rendszereket, sőt, például hazánkban, Németországban, vagy Franciaországban még emelkedtek is az erre a célra szánt összegek. Mindezek mellett, bár az autópiacon történelmi visszaesést élt meg, még soha ennyi elektromos autót nem értékesítettek. Az elektromos autókat három fő kategóriába szokás sorolni, amelyhez az 1. ábra nyújt magyarázatot.

- HEV: Hibrid jármű külső töltő csatlakozás nélkül.
- PHEV: Hibrid jármű külső töltési lehetőséggel
- BEV: Tisztán elektromos akkumulátoros jármű



Ábra 1: Az elektromos járművek típusai (forrás: www.swingelectric.com/buyers-guide/picking-an-electric-car)

A következő táblázatban a 2020 első három negyedévének tisztán elektromos és plug-in hibrid típusú jármű eladási adatai láthatók:

TOP 20 BEV+PHEV a világon	Január-Szeptember [db]	Változás 2020/2019	Hazai piac aránya
Tesla Model 3	238 170	15%	27%
Renault Zoe	63 504	81%	99%
Tesla Model Y	41 692	n/a	94%
Hyundai Kona EV	39 935	21%	20%
Nissan Leaf	36 843	-32%	27%
VW e-Golf	33 048	30%	82%
Wuling HongGuang Mini EV	32 041	n/a	100%
Audi e-Tron	31 658	183%	73%
GAC Aion S	30 515	119%	100%
BYD Qin Pro EV	30 301	n/a	100%
BMW 530e6Le PHEV	29 263	-21%	n/a
VW Passat PHEV	28 610	n/a	55%
Mitsubishi Outlander PHEV	27 178	-30%	10%
Kia Niro EV	25 095	n/a	14%
Baojun E-Series	24 637	-34%	100%
SAIC MG eZS EV	23 285	n/a	51%
Tesla Model X	21 970	-23%	61%
Ford Kuga PHEV	21 154	n/a	99%
Peugeot 208 EV	21 098	n/a	99%
Tesla Model S	14 988	-27%	61%
Egyéb	944 737		
Összesen	1 759 722	11%	

Ábra 2: Elektromos járművek eladási adatai 2020 első három negyedévéből (forrás: www.villanyautosok.hu)

A villanyautosok.hu oldal magyarázatai alapján a táblázat első oszlopa az eladott darabszámot mutatja, a másodikban az előző évhez viszonyított növekedés vagy csökkenés, a harmadik oszlop pedig megmutatja, hogy az adott gyártó hazájának számító piac mekkora részét vette fel az eladott járműveknek. Ez európai gyártók esetén egész Európát jelenti, más esetben az adott országot. A lista egésze kapcsán az elemző oldal felhívja rá a figyelmet, hogy , hogy a Top 10-be csak tisztán elektromos autó került. Az utolsó sorban látható, hogy a konnektoros autók eladása összességében 11%-kal haladta meg a 2019-es adatokat. Ez elsőre talán nem tűnik túl nagy előre lépésnek, de érdemes összehasonlítani az újautó eladási statisztikákkal, amelyek helyenként 20, de volt, ahol 30%-ot is estek. ^[1]

A fenti adatok úgy gondolom alátámasztják az iparág kiemelt jelentőségét. Egy ilyen egyre táguló piacon nem csak a kínált termékek technikai minősége kell, hogy versenyképes legyen, hanem a fejlesztő csapat vevővel való együttműködése, és alkalmazkodóképessége is. Beszállítóként különösen fontos a rugalmasság, hiszem azokkal az autógyártóknak a kompakt termékeivel, és integráltsági szintjével akik egy kézben tartják a karosszéria és a hajtáslánc gyártását csak szoros vevői kooperációval lehet versenybe szállni.

Irodalomkutatás

Az elmúlt évszázadokban többnyire az egyéni kutatómunka vezetett a nagy áttörésekhez, felfedezésekhez, de ez a tendencia a 20. században változni kezdett, a 21. századra pedig a jelentősebb kutatási eredmények legnagyobb része csapatmunka eredménye. Egyre fontosabbá vált, hogy a szellemi és anyagi tőkét jól összpontosítsuk egy adott területre. Ez az egyik fontos oka annak, hogy az utóbbi évtizedekben felértékelődött a szervezők, a menedzserek szerepe. Az áttörések eléréséhez szimbiózist kell létrehozni különböző tudományágak, vagy technológiai területek között. A projekt valami egyedi cél létrehozására összpontosított tevékenységsorozat, a tapasztalatok azonban azt mutatják az ösztönös, esetenként változó megközelítés ezekben a célirányos projekttevékenységekben nem versenyképes. A projektmenedzsment az a szakterület, amely az erőforrások megfelelő szervezésével és koordinációjával foglalkozik annak érdekében, hogy az erőforrások által véghezvitt munka eredménye meghatározott időn és költségkorláton belül sikeresen teljesítse a projekt előre definiált céljait. A projekt jellegétől függően különböző rendelkezésreálló módszertanok és eszköztárak elemeit használhatjuk. Főbb irányzatként megkülönböztetjük a klasszikus és az agilis projektmenedzsmentet, valamint viszonylag új ágazatként a kettőt ötvöző hibrid projektmenedzsmentet.

A következőkben ezen három projektvezetési típus főbb sajátosságait, alkalmazhatóságát és annak korlátait fogom bemutatni és összehasonlítani szakirodalmi elemzések és példák segítségével. Az áttekintés során nagyobb részben támaszkodtam külföldi szakirodalomra, hiszen a hangsúly az agilis módszereken, és azoknak a tradicionális környezetbe való illesztésén van és az erről szóló értekezések nagy része még külföldi szerzőkhöz köthető.

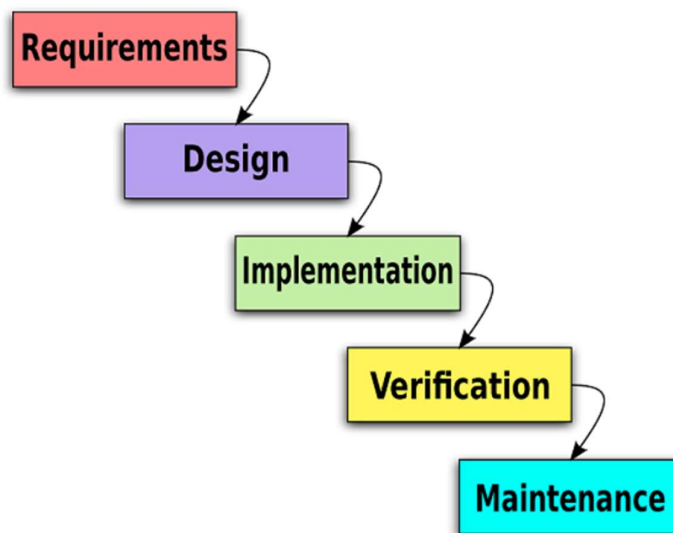
A klasszikus és az agilis projektmenedzsment

Ha a projektmenedzsmentet, mint tudományágat említjük, akkor első sorban tradicionális ágazatra gondolunk, amely évtizedek óta igen széles körben sikeresen alkalmazott. A 20. században létrejöttek jól leírt konkrét módszerek, technikák, eszközök a feladatok kezelhetőségének érdekében. Az úgynevezett vízésés modell a klasszikus projektvezetési ág első leíró módszertanként jött létre a 60-as, 70-es években. Nagyjából egyszerre forrotta ki magát a hadiiparban, az építőiparban, és az informatikai területeken. Ezeket az ágazatokat általánosan strukturált fizikai környezet jellemezte, ami miatt a tervezést kísérő változtatások gyorsan költségként is megjelentek a fejlesztési folyamat során. Kezdetben ez számított az egyetlen alternatívának, a kreatív munkához, vagy a változások gyors követéséhez alkalmas módszerre csak kicsivel később született meg az igény. A 21. század kezdetén kezdtek felszínre kerülni ennek a módszernek a hatékonysági korlátai és ez az agilis irányzatok és kialakulásához vezetett.

A vízésés modell tehát a hagyományos projektmenedzsment jól bevált megközelítése, ahol a projekteket egymást követő szakaszokra osztanak. Ezek a szakaszok a következők:

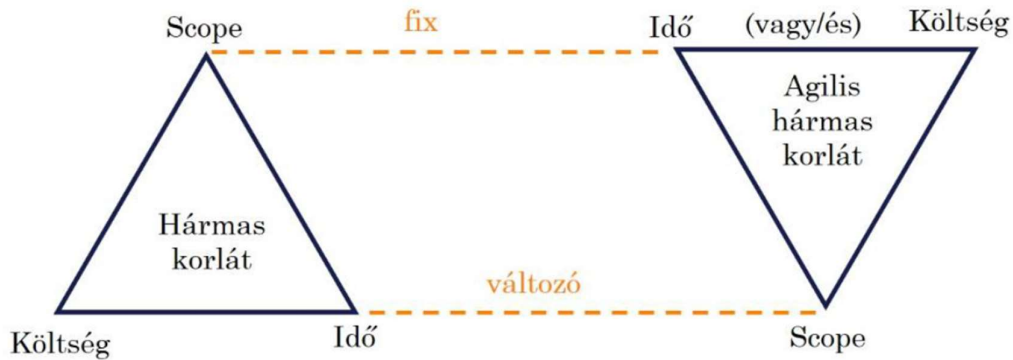
- Projekt indítási szakasz;
- Projekt tervezési szakasz;
- Projekt végrehajtási szakasz;
- Projekt ellenőrzési és követési rendszer;
- Projekt befejezési, zárási szakasz.

Ez az öt szakasz egy ideális projekt általános életútját ír le. A gyakorlatban nem biztos, hogy minden esetben sor kerül az öt fázisra. Előfordulhat, hogy még az eredmény elérése előtt lezárják a projektet, így lehet, hogy nem lesz szükség az ellenőrzésre, és a követésre, talán még a kivitelezésre sem. Az is lehetséges, hogy a tervezési szakaszt rövidítik le, vagy hagyják ki. Az öt folyamat csoport tehát a projekt sajátosságaitól függően részben, vagy teljese egészében alkalmazható. A hagyományos projektmenedzsment megközelítés különös hangsúlyt fektet a lineáris folyamatokra, a dokumentációra, az előzetes tervezésre és a feladatok megfelelő prioritizálására. A következő [] ábra a projekt megvalósításának és az ellenőrzési folyamatoknak az egymásból következőségét mutatja. A beérkezett követelményekből kiindulva elkészítünk egy konstrukciót, amelyet aztán implementálunk a rendszerben. Ezután teszteljük, verifikáljuk a létrehozott terméket és ha szükséges, akkor javítjuk a felmerülő hibákat.



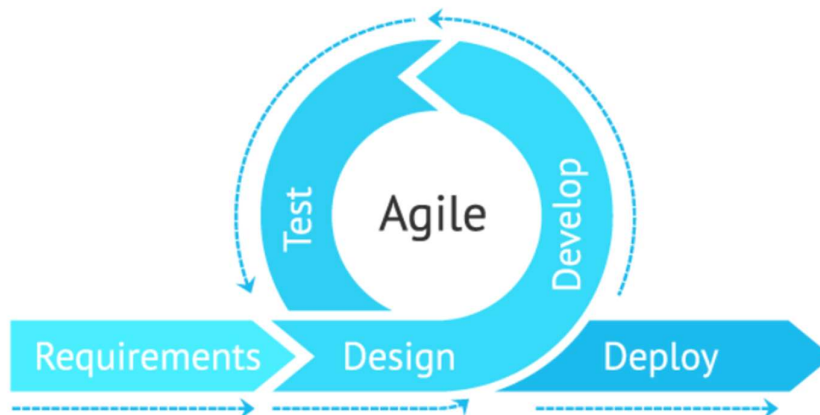
Ábra 3: Waterfall projekt menedzsment

A hagyományos módszer szerint az idő és a költségvetés változhat, míg a követelmények rögzítettek, ezért gyakran szembesül költségvetési és időbeli problémákkal.



Ábra 4: Boundary conditions

Minden lépéshez elérhetőek a PMBOK szabványos módszertana által meghatározott eszközök és technikák, amelyeket a projektmenedzserek követnek. Ennek a módszernek a fő előnyei a kontrolálható folyamatok, az átlátható dokumentáció, a jól definiált célok és a tervezhetőség. Az USA-ból indulva az egész világon elterjedt ez a vízesség szerű megközelítés, és egészen a 2000-es évekig egyeduralkodónak számított a projektvezetési módszerek területén. 2010-ben Kunrda fogalmazott úgy, hogy az eredmények elérése jobban számít, mint a tervek, ezzel utalva arra, hogy az erősen strukturált, pontosan megtervezett klasszikus projektek módszerein egyre gyakrabban érdemes változtatni. Az agilis módszerek jobban megfelelnek annak a célnak, hogy a projekteket kezelhetőbb részekre bonthassuk és új minden ilyen kisebb egységben kitűzött részeredmények érjünk el. Ebben az esetben a korábban leírt megvalósítási folyamatot járjuk végig, csak többször egymás után a kisebb, rövidebb táv célokat kitűzve.

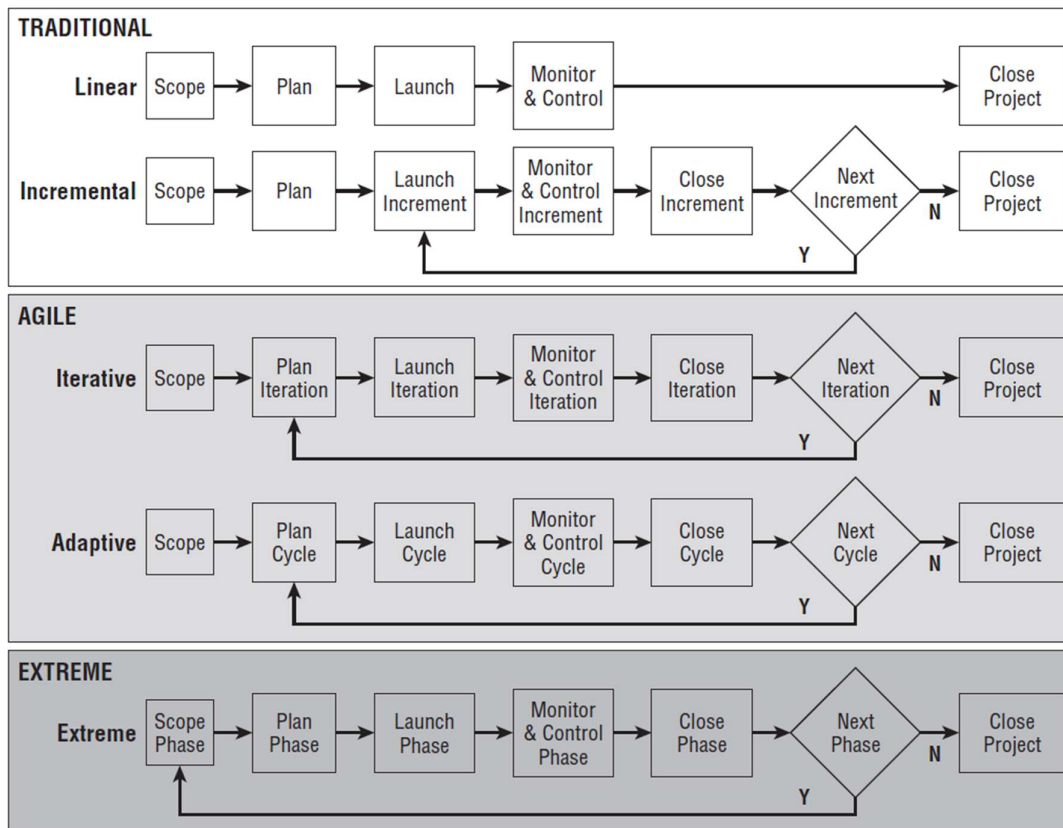


Ábra 5: Agilis projektmenedzsment folyamat

Kezdetben leginkább a szoftverfejlesztésben alkalmazták ezt a megközelítést, de egyre népszerűbbé vált. Manapság a követelmények gyakori változása és a technológia gyors fejlődése miatt a legtöbb ipari területen már figyelembe veszik igyekeznek alkalmazni az agilis hozzáállást, vagy implementálni ezt a fajta szemléletet a klasszikus, vízésés szerű modellbe.

Az agilis megközelítés lényege és előnye, hogy nem tervezi meg részleteiben a projekt megvalósítását, egyfajta üzleti célt szem előtt tartva több iterációs körben hajtja végre a projektet. Nem határoznak meg minden technikai részletet, a tervezési fázis sokkal magasabb szinten történik, a kivitelezés során több teret engednek a munka során nyert tapasztalatok hasznosítására. Ez a fajta megközelítés nehezen alkalmazható például az építőiparban, de tekintve, hogy az autóiipar egyre inkább összefonódik az infotainment iparággal, dinamikus változás, fejlődés jellemzi, mindenképpen érdemes alkalmazni.

Fontos megközelítésbeni különbség a tradicionális és az agilis megközelítés között, hogy a tradicionális projektmenedzsmentben a projekt cél adott időn és költségkereten belüli elérése a legfontosabb, a célt, a költségvetést és a határidőket fixálják, addig az agilis megközelítésben a célkitűzés kevésbé pontos, a projekt csapat hatékonysága a fő cél és a napi munka keretei azonban szigorúbbak. Itt a rövidtávú haladás és az elért eredmények vizsgálata, rendszeres retrospektív megbeszélések kerülnek fókuszba az előre meghatározott cél helyett.



Ábra 6: Tradicionális, agilis és extrém projektfázisok

Az agilis projektmenedzsment egyik legismertebb keretrendszere a scrum. Fő cél a hatékonyság, és a folyamatok egymásra épülésének a csökkentése. Ebben a modellben egy kisebb csapat folyamatosan, szorosan együtt dolgozik a projekt során és projekt menedzsment szerepét két felelősségi körre osztva a scrum master és a product owner viseli.

A scrum muster felel a keretrendszer betartásáért, a ceremóniák moderálásáért és a projekt csapat „jól létéért”, hogy minden szükséges eszköz rendelkezésre álljon, hogy a csapattagok egymással hatékonyan tudjanak dolgozni. Ő kezeli az esetleges konfliktusokat, ő felel a szabályok betartásáért. A product owner döntéshozó szerepben van, ő képviseli a megbízót. Ő definiálja a szükséges iterációkat, az új feladatokat, ő felel az üzleti döntésekért.

A csapat sprintekben dolgozik, amelyek maximum néhány hetes projekt fázisok, és a product owner által meghatározott „user story”-kon kell dolgozniuk, az új elvárásokra keresnek megoldásokat. Jellemzően minden napot egy a scrum muster által moderált standup indít, ahol a csapat egyezteteti a teendőket, szabad kapacitások alapján elosztják a feladatokat. A sprint végén egy retrospektív keretében levonják a munka tanulságait,

megnézik hogy állnak, ami leginkább a tradicionális projekt vezetés lessons learned elemére hasonlít.

Komplex projektek, hibrid projektmenedzsment

Robert K. Wysocki [8] az elsők között fogalmazta meg az úgynevezett hibrid projektvezetés létjogosultságát. Alapvetően egyszerűbb a jól bevált projekt struktúrákat és folyamatokat használni, hiszen ezek kész receptet adnak az egyes projekt fázisok kezeléséhez, ezek azonban akkor alkalmazhatók jól, ha a projekt cél, korlátok és a cél eléréséhez vezető megoldások is definiálhatók a projekt megkezdésekor. Akkor beszélünk agilis projektről, ha tudjuk, hogy mi a végcél, de bizonytalan a kivitelezés, nem látjuk előre, hogy jutunk el a megoldáshoz. Ez leggyakrabban szoftverfejlesztés vagy hasonló IT területeken fordul elő. Ha nem teljesen tisztázott a végcél, és kérdések merülnek fel a kivitelezéssel kapcsolatban is, akkor a projekt Wysocki szerint komplexnek nevezhető. Ez a kombináció napjainkban gyorsan fejlődő technológiai területeken gyakran előfordul. Ilyen esetben a klasszikus projektmenedzsment elemei részben alkalmazhatóak, de nem mindig a megszokott módon.

Hogy pontosan mitől is számít egy projekt komplexnek, és hogy ennek milyen vetületei vannak, különböző állásfoglalások léteznek. Jelenleg nincs egységes konszenzus ezzel kapcsolatban, különböző szakértők más-más szemszögből közelítik meg a témát.

A komplexitás értelmezhető a projekt elemeinek, az al-projekteknek a számával, és ezek kapcsolatával, összefüggésével. Custovic a komplexitást a rendszer azon tulajdonságaként határozza meg, amely megnehezíti általános viselkedésének megfogalmazását, még akkor is, ha ésszerű teljes információt kapunk a legkisebb komponensekről és azok összefüggéseiről is. Ward és Chapman [19] a komplexitás összetevőinek tekintik a befolyásoló tényezők számát és kölcsönös függőségüket. Remington és munkatársai egy komplex projektet úgy írnak körül, amely számos olyan jellemzővel bír, amely miatt rendkívül nehéz megjósolni a projekt pontos eredményeit és így irányítani azt.

A komplexitás összetevői

Összességében elmondható, hogy a projektek egyik komponensei között a kapcsolat összetettebb, nehezebben meghatározható, mint ahogy azt a hagyományos módszerekkel készített hálótérkép illetve munka lebontás mutatja. Ahhoz, hogy a megfelelő metodikák kombinációját válasszuk ki egy adott projekt esetében, érdemes a projekt azon információt tanulmányozni, amelyek képet adhatnak a komplexitás fokáról. Ezekről a

tulajdonságcsoporthoz szintén többféle értekezés elérhető, de főbb faktorként mégis a következők emelhetők ki:

- *Méret:* Hagyományosan a komplexitás egyik fő indikátoraként tekintünk a projekt méretére. Ha a projekt organizációs struktúrája meghalad egy kritikus méretet, és az egyes organizációs egységek kapcsolata bonyolultabb lehet a megszokottnál.
- *Kölcsönös függőség, összefüggések:* Egy kölcsönösen összefüggő struktúrában bekövetkező esemény teljesen ismeretlen hatásokat okozhat a struktúrán belüli másik entitásra. Ha sok többé kevésbé egymástól független kisebb rendszer van integrálva a projektbe, akkor bonyolultabb felállítani a rendszerek közötti kapcsolatot, megnehezíti az összefonódó feladatok ütemezését.
- *Célkitűzések:* Megfelelően kell meghatározni mind stratégiai, mind operatív szinten. Fontos, hogy a projekt céljai a csapat minden tagjának világosak legyenek.
- *Érdekelt felek:* A projekt bonyolultságát befolyásoló kulcsfontosságú tényező a projektben résztvevők száma és az információ áramlása közöttük. Amennyiben a projektnek politikai, vagy valamilyen állami érdekeltsége is van, különös figyelmet kaphat. Minél több, és minél diverzebb a résztvevők köre, annál nehezebb meghatározott stratégiának és a folyamatoknak megfelelően koordinálni a munkát.
- *Koordináció, menedzsment gyakorlat:* A szervezeti és interaktív menedzsment a projekt egyik legbonyolultabb eleme lehet. Felügyelni kell projekt résztvevői és a beszállítók közötti kapcsolatokat, kezelni az esetleges monopol beszállítók eseteit, a felmerülő etikai kérdéseket, koordinálni a különböző térben tevékenységek közötti átfedéseket. Ehhez olyan módszert kell kidolgozni, ami leghatékonyabban képes segíteni a projekt célok elérését, és kezelni a megnövekedett komplexitást.
- *Munkamegosztás:* A munka differenciálása, kisebb speciális egységekre való felosztása határozza meg a projekt organizációs struktúráját. Minél többféle és minél inkább különböző feladatcsomag keletkezik, esetleges várható időnyomással a munkatársakon, annál bonyolultabb feladat a csapattagok kiválasztása és a megfelelő koordináció.

- *Technológia:* Általánosságában elmondható, hogy a technológia folyamat az inputokat outputokká alakítja a megfelelő technika, tudás felhasználásával. A különböző alkalmazni kívánt technológiai területek megfelelő szintű ismerete esszenciális a projekt célok sikeres eléréséhez, ami új szerű, innovációs területeken időbeni és anyagi korlátok mellett jelentős kihívást jelenthet. Egy projekt technológia komplexitását mutathatja a különböző típusú termékeket forgalmazó beszállítók magas száma, vagy a gyártásban előforduló alapanyagok és technológiák kiemelt sokszínűsége.
- *Szimultán mérnöki munka:* Különböző mérnöki területek szakembereit kell integrálni, gyakran a beszerzéssel, gyártással és egyéb támogató egységekkel együtt.
- *Globalizáció, internacionális csapat:* Az egyre jellemzőbb időbeli, technológia, vagy költségvetési nyomás a számos céget arra készítetett, hogy különböző földrajzi területekről dolgozó, kiszervezett csapatokból álló projekteket szervezzenek, és így különböző helyszíneken végezzenek egymással összefüggő, sokszor párhuzamosan futó tevékenységeket. Ilyen esetben egy helyről kell egy nemzetközi csapatot koordinálni. A globalizáció ezen hatása nagyobb mobilitást kíván a projekt résztvevőitől, valamint heterarchikus és dinamikusabb együttműködést tesz szükségessé, melyek a projekt komplexitásának alapvető jellemzői lehetnek.
- *Diverzitás:* A projektnek sok eleme lehet, és ha ezek jellege, technikai tartalma jelentősen eltér egymástól, növeli a projekt összetettségét.
- *Bizonytalanság, egyértelműség hiánya:* A projekt céljainak, és a kivitelezés módjának definiálását is megnehezíti, hogy gyakran rengeteg, de nehezen értelmezhető, nem egyértelmű információt kapunk. Egyes paraméterek folyamatosan változnak, ezzel állandó bizonytalanságot idézve elő.
- *Változó körülmények:* Ez a tényező magába foglalja a külső és belső hatásokat, a változó körülményekhez való alkalmazkodást. Az információk egyik napról a másikra elavulhatnak, változhat a projekt csapat összetétele, a vezetése. Külső hatásként megjelenhet a piac ingadozása, vagy esetleg politikai hatás is.

A komplexitás típusai

Egy 2011-ben publikált felmérés alapján a projektmenedzserek nagy része jobban tart az organizáció összetettségétől, mint a technológiai komplexitásból. Ez részben azzal is magyarázható, hogy a projektek 70%-ánál csak ez a fajta probléma jelenik meg, a technológia nehézségek inkább az innovációs projektek szűkebb rétegénél fordulnak elő. Pollack és Remington [20] munkájukban kiemelik, hogy minél pontosabban sikerül meghatározni egy projekt komplexitásának eredetét, és típusát, annál jobb eséllyel találhatjuk meg a kezeléséhez szükséges megfelelő módszertant. Az összetettség forrása szerint a szerzők az alábbi kategóriák felállítását javasolják:

- Strukturális komplexitás
- Technikai komplexitás
- Több-irányúság / szerteágazás
- Időbeli komplexitás

A strukturális összetettség általában a projektek nagy méretéből fakad. Ilyen esetekben a projektet gyakran több kisebb egységre esetleg beszállítói részfeladatokra tagolják, ahol párhuzamosan fut számos különböző aktivitás. Ez különösen jellemző az építőiparban, a mérnöki és az informatikai területeken.

A technikai bonyolultság általában az építészeti, ipari tervezési és R&D projektek sajátossága, amelyeknél a tervezés egyes fázisai vagy műszaki szempontjai ismeretlenek, vagy kipróbálatlanok. A megoldások többféle lehetséges kimenete bizonytalanságot visz a rendszerbe.

A projekt szerte-ágazása, a bizonytalan irányok sokszor a projekt céljainak és az elvárások változásának a következménye. Ha nem értjük pontosan a célokat, nem tisztázott az irány, akkor egy-egy részfeladat teljesítése is eltérhet az elvárásoktól, amely problémás szituációkhoz vezethet.

Egy hirtelen jogszabály változás, vagy technológiai újdonság idő releváns problémákat idézhet elő, és ha el kell térnünk az eredeti tervtől, akkor az újítással nagy bizonytalanságot viszünk a rendszerünkbe.

A komplexitás lehetséges modelljei

Megfelelő modellt találni a projektünk összetettségének vizsgálatához nem egyszerű feladat. Ha a modell túl egyszer, akkor nem közelíti eléggé a valóságot, ha pedig túlságosan

bonyolult, akkor használhatatlanná válhat a projektmenedzser számára. A következőkben bemutatok néhány lehetséges modellt.

Turner és Cochrane mátrixa

Az első lehetséges modell a célok és módszerek mátrixa. Turner és Cochrane [21] annak alapján, hogy mennyire jól definiáltak a célok és a cél elérésének módszerei egy projektben, kidolgozták a 7. ábrán látható „célok és módszerek mátrixát”, ahol négy típusú projektet különböztetünk meg:

Methods well-defined	No	Type 2 projects Product development	Type 4 projects R & D and organizational change
	Yes	Type 1 projects Engineering & construction	Type 3 projects Application software development
		Yes	No
		Goals well-defined	

ábra 7: Célok és módszerek mátrixa

Az első esetben - amely a mátrix bal alsó sarkában látható - a célok és a módszerek is egyértelműek. Ilyen esetben a projektmenedzser karmesterként funkcionál, az ismert módszerek alapján, hagyományos projektvezetési elmélet szerint vezényeli a projektet.

A második esetben (bal felső mező) a célok ugyan jól definiáltak, de az ezek eléréséhez vezető úttal kapcsolatban kérdések merülnek fel. Ebben a modellben a projektvezetőnek egyfajta coachként kell elhelyezkednie és segíteni a csapatot a megfelelő módszerek megtalálásában. Ez a típus már az agilis projektek csoportjába sorolható, valószínűleg gyors reakciókra és gyakori iterációkra lesz szükség.

A harmadik típus (jobb felső sarok) esetében a projekt életciklus szakaszokra van osztva, és csak az adott szakasz kimenete van pontosan megtervezve az ehhez tartozó módszerekkel együtt, a projekt végcélja azonban képlékeny. Ez a fajta projekt

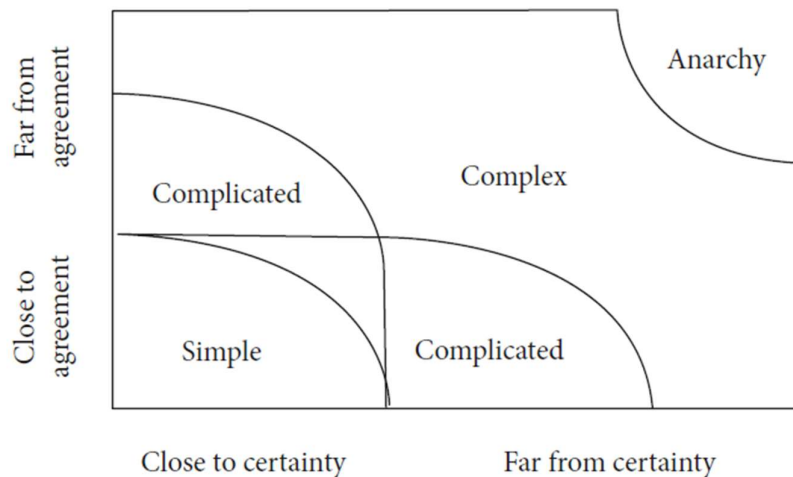
egyértelműen komplexnek nevezhető, nincs jól leírt metodika a levezénylésére, agilis és tradicionális módszereket célszerű vegyíteni a projekt igényei szerint.

Az utolsó, negyedik típusnál (bal felső sarok) sem a pontos célt, és a célhoz elvezető tevékenységek sem ismertek, ez a legbonyolultabb eset, szintén nincs jól bevált recept a bizonytalan tényezők kezelésére.

Tipikusan a mérnöki és építés kivitelezési projektek esnek az első kategóriába, a termék fejlesztési projektek a másodikba, a szoftver fejlesztési és R&D projektek pedig a harmadik, vagy a negyedik típusba sorolhatók. Egy projektvezető számára az utóbbi kettő jelenti a legnagyobb kihívást, hiszen egyedi megoldásokra, vagy legalábbis az ismert technikák és módszerek egyedi kombinációjára van szükség a projekt sikeréhez. Ilyen projekteknél célszerű tapasztaltabb projektvezetőt választani és magasan képzett projektcsapatot összeállítani. Ezek a típusok a legkevésbé kiszámíthatók, így itt van a legnagyobb jelentősége az emberi döntéseknek.

Stacey-féle megállapodás és bizonyosság-mátrix

Egy következő lehetséges megközelítés a projektek komplexitásának modellezésére a Stacey-féle megállapodás és bizonyosság-mátrix. Stacey két dimenzióban elemezte a komplexitást: a bizonyosság fokát és az egyetértés szintjét vizsgálta, és e két dimenzió alapján a következő ábrán látható zónák segítségével kategorizálta a projekteket:



ábra 8: komplexitás- egyetértés mátrix

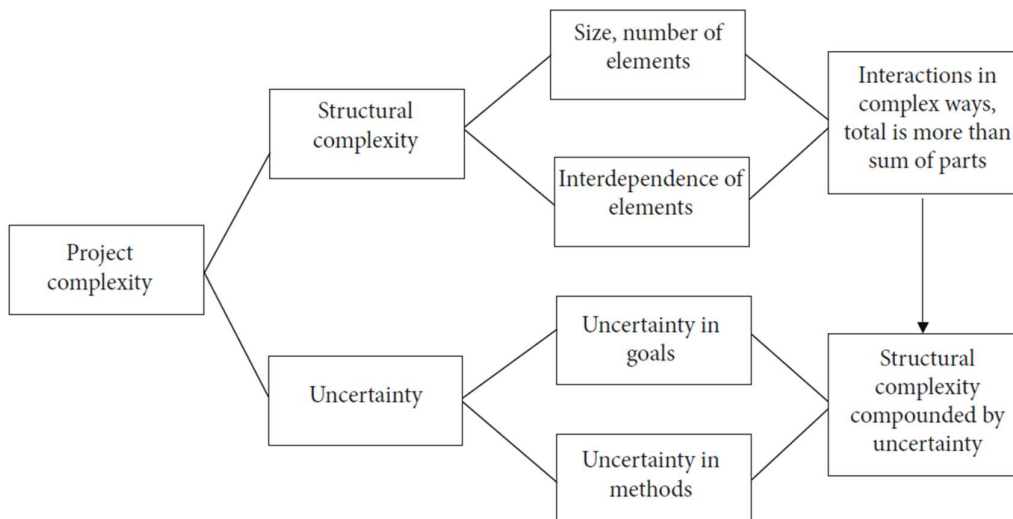
- Egyszerű projektek: közel a megegyezéshez, közel a bizonyossághoz: ebben a zónában egyszerű projekteket találhatunk, ahol a hagyományos

projektmenedzsment technikák jól működnek, a célok és módszerek is jól definiáltak.

- Távolság az egyetértéstől, de közel a bizonyossághoz: ebben az esetben tárgyalásokat folytatnak, kompromisszumokat kötnek és próbálják közelíteni az álláspontokat.
- Közel az egyetértéshez de távol a bizonyosságtól: Ezeknél a projekteknél jó eséllyel nem működnek a hagyományos módszerek, vezetői megközelítést kell alkalmazni a szituáció megoldására.
- Távolság az egyetértéstől és távol a bizonyosságtól: ez az anarchia zónája, ahol nagy a bizonytalanság, és a hagyományos irányítási technikák biztosan nem működnek.

Williams modell

Egy következő lehetséges módszer a komplexitás típusainak megállapítására a Williams modell. Az eddig ismertetett szempontokhoz képest itt újdonság, hogy összefüggést feltételez a termék bonyolultsága és a projekt hossza és összetettsége között. Az eredményül kapott modellt a következő [9] ábra mutatja, ahol, mint látható, a projekt bonyolultságát két dimenzió jellemezi: a strukturális összetettség és bizonytalanság és mindegyiknek két al-dimenziója van: az elemek száma valamint egymásrataltsága, és a bizonytalanság a célokban és a módszerekben.



ábra 9: Williams modellje

UCP modell

Az UCP modell a korábbiaknál erősebben fókuszál magára termékre, és annak műszaki, technikai tulajdonságaira. A módszer alapvetően három tényezőt vesz figyelembe: a

bizonytalanságot (uncertainty), az összetettséget (complexity) illetve a projekt ütemezését, tempóját (pace). A bizonytalanságot további négy technológiai osztályra bontja:

- Low tech projekt (A): Az alacsony technológiájú projektek azok a projektek, amelyek a már meglévő, jól bevált technológiákra támaszkodnak. Az ilyen projektek legjellemzőbb példái az építkezések, az útépités vagy a „build to print” esetek, amikor a vállalkozónak egy kifejlesztett terméket kell legyártania, vagy átépítenie. Az ebbe a kategóriába tartozó projektek nem igényelnek fejlesztési munkát. Architektúrájukat, tervezésüket és az erőforrás-tervezésüket mind a projekt végrehajtási szakasza előtt elvégzik. Az ilyen előzetes munka általában részletes terveket, specifikációkat, rajzokat és anyaglistákat eredményez. Az ilyen projekteknél a termék teljesen kész, jóváhagyott már a megvalósítási szakasz megkezdése előtt. Az ilyen projektek haszonkulcsa általában alacsony, tekintettel arra, hogy a bizonytalanság is elhanyagolható. A projektmenedzsereknek ilyenkor csak követniük kell az elkészített tervet.
- Medium tech projekt (B): A közepes technológiájú projektek főleg meglévő vagy alapterméktechnológiákat alkalmaznak, mégis beépítenek valamilyen új technológiát vagy olyan funkciót, amely a korábbi termékekben még nem létezett. Ilyen lehet például meglévő termékek tovább fejlesztése és módosítása, de az olyan iparágak új termékgenerációi is, ahol a technológia viszonylag stabil. Ide tartozik az autópár vagy a nehézgépek. Habár az ilyen típusú projektekben alkalmazott technológiák többsége nem új keletű, a projekt ennek ellenére fejlesztési munkát és tesztelési tevékenységet fog magában foglalni. Itt is előre el kell készíteni a terveket, de nem lehet mindent befagyasztani a kivitelezési munkák megkezdése előtt. Valamivel rugalmasabb projektvezetési stílust igényel, mivel a tervezésben bizonyos változtatásokra és javításokra lehet szükség. Időmegtakarítás céljából egyes projekt fázisokat érdemes átfedésbe hozni. Általában a gyártósor előkészítését még a termékfejlesztés befejezése előtt megkezdik.
- High tech projekt (C): A csúcstechnológiájú projekteknél jellemzően alkalmazott technológiák többsége új, de már létezhetnek a projekt elindításakor, de az adott projekt úttörő lehet a technológiák egy termékbe való integrálásban. A legtöbb biztonsági fejlesztési projekt ebbe a kategóriába tartozik, de az informatikai, és IT terület egyéb termékeinek új generációi is. Az új technológiák első bevezetése általában olyan termékekhez vezet, amelyek a múltban nem léteztek. A csúcstechnológiai projektek végrehajtása és irányítása teljesen más, mint a közepes

és alacsony technológiájúaké. Hosszú tervezés, fejlesztés, tesztelés és újra tervezés jellemezi őket. Az ilyen jellegű projektek legalább három tervezési ciklust igényelnek. A tervek befagyasztását ennél fogva jóval későbbi szakaszra kell ütemezni, általában a projekt végrehajtásának második vagy akár harmadik negyedében. A menedzsment stílusának sokkal rugalmasabbnak kell lennie ezekben a projekteknél, mivel a tervek újak, tesztelni kell és sokszor változtatni a meglévő elképzeléseken.

- Super high tech projekt (D): Ezek a projektek olyan új technológiákon alapulnak, amelyek a projekt indításakor még nem léteznek. Bár a küldetés világos, a megoldás nem az. Ez a fajta projekt viszonylag ritka, és általában csak néhány, valószínűleg nagy szervezet vagy kormányzati szerv hajtja végre. Az egyik leghíresebb ilyen példa az Apollo Hold-leszálló program volt. A projekt kezdetekor jól definiált küldetése és menetrendje volt, de nem állt rendelkezésre rendelkezésre álló technológia, és senki sem tudta, hogyan lehet a Holdra jutni. A menedzsment stílusának ilyen esetekben rendkívül rugalmasnak, ugyanakkor óvatosnak kell lennie. Az ilyen kockázatos projektek során a hozzáállásuknak a következőknek kell lennie: „keresd a bajt, ott van, ha nem látod, akkor nem néztél körül eléggé.” Mivel a dolgok gyorsan változnak, elengedhetetlen a széleskörű kommunikáció a projektcsapatok és a csapattagok között

A komplexitáson belül a rendszer kiterjedése, és az alrendszerek száma és hierarchiájának bonyolultsága alapján három típusú projektet határoz meg:

- Összeállítás: Komponensek összessége egyetlen egységben, jól meghatározott, korlátozott funkciókkal. A projekt tevékenységeinek vagy részfeladatainak száma általában tízes tartományban van, a költségvetés és az ütemezés megtervezése egyszerű, csak a projektmenedzsment alapvető eszközeit igényli, és gyakran manuálisan történik. Az interakció, a kommunikáció és a döntéshozatal nagy része informális, és olyan emberek körében zajlik, akik jól ismerik egymást, akár naponta találkoznak egymással. A dokumentáció minimális, gyakran csak a fő tevékenységek elvégzése és befejezése után hajtják végre. Ennek eredményeként a projektcsoportban az adminisztratív személyzet minimális, ezen munka nagy részét a műszaki munkatársak végzik.
- Rendszer: Egyenként is összetett komponensek bonyolult összessége sokféle funkcióval. A rendszerprojektek egyik fő problémája a teljes rendszeroptimalizálás

és a rendszerintegráció (különösen közepes, magas és szuper-magas bizonytalanság esetén). A rendszerprojektekben a különálló alegységek sikeres végrehajtása és mindegyikük optimalizálása egy dolog, míg az integrálás egy működő és optimális eredménybe egy másik. A rendszer projekt eszközei bonyolultabbak, mint amilyeneket az összeszerelési projektekben használtak. A projekt tevékenységek száma százas nagyságrendben mozoghat, de akár néhány ezret is elérhet. Noha számos létező projektmenedzsment eszköz és alkalmazás létezik, a rendszerprojekteknel gyakran szükségessé válik saját eszközök és dokumentum típusok kidolgozása, hogy megfeleljenek sajátos követelményeiknek.

- „Tömb”: működő rendszerek nagy gyűjteménye egy közös cél elérése érdekében. A tömbök nagy, széles körben elhelyezkedő rendszerek (néha „szuper rendszerek”) gyűjteményeivel foglalkoznak, amelyek együtt működnek egy olyan közös cél elérése érdekében, mint a városi tömegközlekedési rendszerek, a nemzeti légvédelmi rendszerek vagy az államok közötti távközlési infrastruktúrák. A tömbök egyértelműen nagyszabású projektek, azonban a legtöbb esetben nem járnak a szuper rendszer nulláról történő felépítésével. E projektek gyakran fokozatos növekedést, kiegészítést vagy módosítást jelentenek a meglévő infrastruktúrában. Az elmúlt évek figyelemreméltó tömbprojektjei a New York-i metró rendszer korszerűsítése voltak az 1990-es évek elején, Atlanta városának felkészítése az 1996-os olimpiai játékokra, valamint a La Manche-alagút megépítése.

Az ütemezés szerinti időbeli dimenziók a következők szerint alakulnak:

- „Reguláris” projektek: Az ilyen projekteket általában nagyobb szervezetek hajtják végre hosszú távú vagy infrastrukturális célok elérése érdekében. Ezek magukban foglalják a középületépítést, az útépitést, a szervezeti fejlesztéseket és a technológiaépítési erőfeszítéseket. Noha a tervek szerint egy bizonyos időpontra készülnek el, a határidő elmulasztása valójában tolerálható, mivel az idő nem kritikus. Az ilyen típusú projekt híres példája az ausztráliai Sydney Operaház építése volt. Az eredeti ütemterv hat évnél hosszabb építkezést feltételezett. Valódi nyomás és várospolitikai változások nélkül az épület 1990-ben készült el, majdnem tizenhat évnél hosszabb megállás és újra indulás után.
- Versengő projektek: A projektek leggyakoribb típusa. Azért jönnek létre, hogy stratégiai pozíciót, vagy jelentősebb piaci részesedést teremtsenek. Az ilyen típusú projektekben, mivel a piacra jutás ideje közvetlenül kapcsolódik a

versenyképességhez, a soros határidők elmulasztása ugyan nem biztos, hogy végzetes, de jelentősen ronthatja a versenyhelyzetet. A projektmenedzsereknek különös figyelmet kell fordítaniuk az ütemezésre, ugyanakkor a profit célok elérésére és a piaci igények kielégítésére is ügyelni kell.

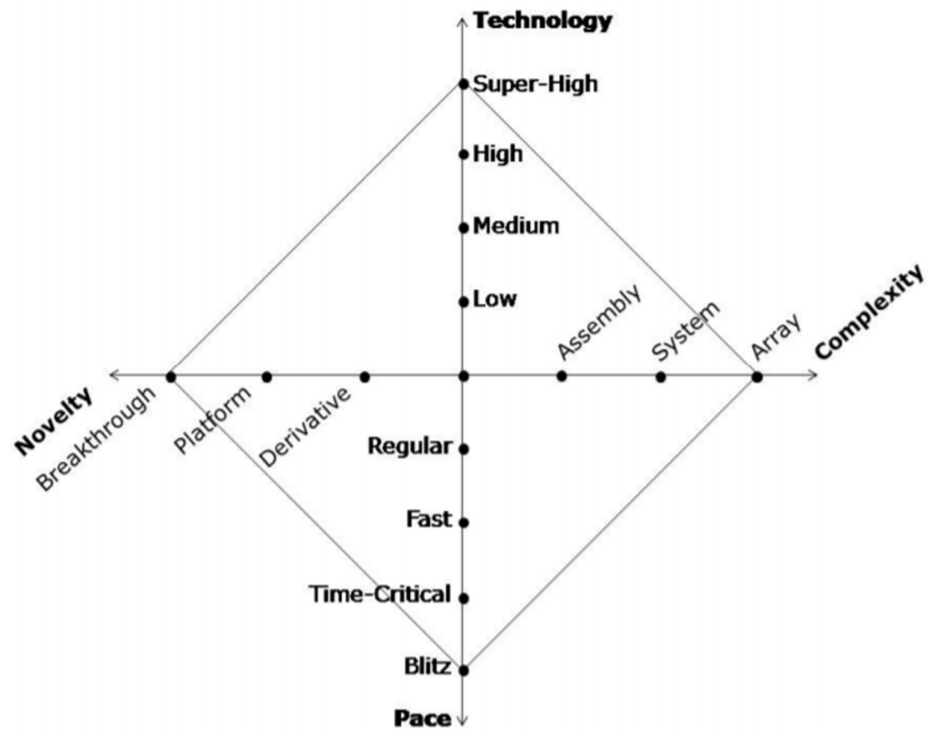
- Időkritikus projektek: ezek a projektek a legsürgősebbek és az idő szempontjából legkritikusabbak. Ennél a típusnál az ütemezés és a határidők tartása kritikus a siker szempontjából, a késlekedés a projekt kudarcát jelenti. Az ilyen projekteket gyakran válsághelyzetben vagy váratlan esemény eredményeként kezdeményezik. Példaként említhetjük a katonai projektek, amelyek a háború idején időszerű problémát kezelnek, vagy a szeptember 11. után létrejött számos ilyen jellegű projektet.

NTCP keretrendszer

Az NTCP, vagy gyémánt megközelítés az előzőekben ismertetett UPC modellt egészíti ki egy újdonság (Novelty) faktorial. A betűk jelentései itt:

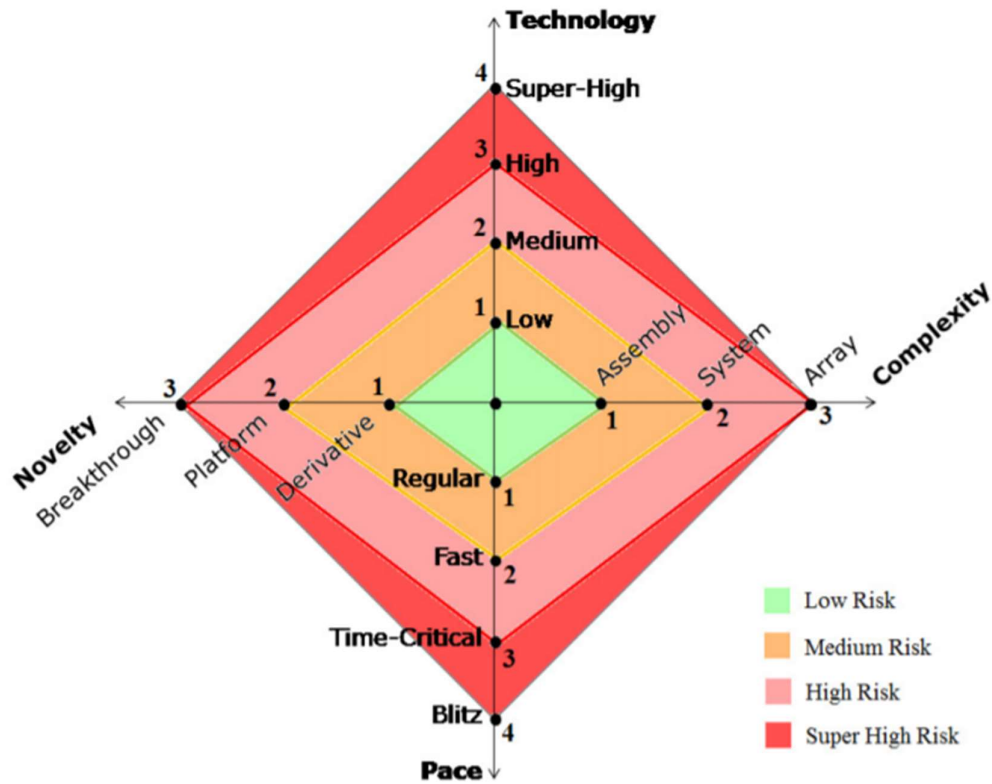
- N=Novelty (újszerűség)
- T=Technology (technológia), korábban a bizonytalanság (uncertainty) belül lett figyelembe véve
- C=Complexity (komplexitás)
- P=Pace (időbeliség)

Az újdonság dimenzió a projektmenedzsment marketing aspektusához kapcsolódik, amelyet a termék innovációs szintjét tükrözi. Azt értékeljük, hogy a termék mennyire új a vásárlók és a felhasználók számára. A terméket a derivatív, platform vagy áttörés kategóriába sorolhatjuk. Származtatott vagy derivatív újdonsági szintet rendelünk azokhoz a projektekhez, amelyek egy meglévő termék frissítését vagy tovább fejlesztett változatát kínálják. A platformnak olyan projekteket hívunk, amelyek egy új termékcsalád kifejlesztését célozzák meg. Áttörésként írjuk le azokat a projekteket, amelyek célja egy ismeretlen, teljesen új termék kifejlesztése.



Ábra 10: NTCP

Ez a megközelítés segít a projekt legkritikusabb területeinek megtalálásában, és a rizikó becslésben, valamint a megfelelő rizikó kezelésben is.



Ábra 11: NTCP

Cynefin döntéshozatali keretrendszer

Az utolsó általam kiválasztott módszer a projekt leírására egy döntéshozatali keretmátrix. Snowden és Boone [22] fejlesztették ki a Cynefin keretrendszert, amely lehetővé teszi a, hogy új nézőpontból vizsgálhassuk a komplex projekteket, és életszerű problémákra valamint ezekhez tartozó megoldási lehetőségekre világít rá. Ez az eszköz öt csoportba sorolja a projekteket: egyszerű, komplikált, komplex, kaotikus és rendellenes. Ezek közül mind különböző akciótervet igényel a projekten belüli ok-okozati összefüggések alapján. Az egyszerű és bonyolult területeken elhelyezkedő projektek jellemző ok-okozati összefüggések, és a helyes válaszok meghatározhatók tények alapján. A komplex és kaotikus területeknek nincs egyértelmű ok-okozati összefüggése, és a hiányos adatok alapján kell döntéseket hozni. Az utolsó kategóriát, a „rendellenest” akkor alkalmazzák, amikor nem világos, hogy a négy közül melyik típus a domináns, így a projektet kisebb összetevőkre bontják, majd ezeket a részleteket hozzárendelik a másik négy tartományhoz. A következő táblázat bemutatja az egyes kontextusok sajátosságait, a vezetők teendőit, a veszélyre utaló jeleket, és ezekre a lehetséges reakciókat.

	Kontextus jellemzője	A vezető feladata	Intő jelek	Reakció a veszély jeleire
Egyszerű	<ul style="list-style-type: none"> - Megszokott minták ismétlődése - Egyértelmű ok-okozati összefüggés - Tényeken alapuló menedzsment - Ismertek a szükséges paraméterek 	<ul style="list-style-type: none"> - Érzékel, kategorizál, reagál, delegál - A jól bevált gyakorlat alapján cselekszik - Egyértelműen és közvetlenül kommunikál 	<ul style="list-style-type: none"> - Elégedettség és kényelem - Egyszerű problémák túlbonyolítása - Szórakozott gondolkodás 	<ul style="list-style-type: none"> - Kommunikációs csatornák létrehozása - Ne feltételezzük, hogy a dolgok egyszerűek - Lássuk a jól bevált módszerek előnyeit és korlátait is
Komplikált	<ul style="list-style-type: none"> - Szakértői vélemény szükséges - Az ok-okozati kapcsolat nem egyértelmű - Bizonytalanság, ismeretlen paraméterek - Tényeken alapuló menedzsment 	<ul style="list-style-type: none"> - Érzékel, analizál, reagál - Megteremti a kapcsolatot a szakértők között - Meghallgatja és támogatja a konfliktus helyzeteket 	<ul style="list-style-type: none"> - A szakértők túlságosan bíznak a saját megoldásaikban - Analízis paralízis - A nem szakértői vélemények kizárása 	<ul style="list-style-type: none"> - Ösztönözzük a külső és belső érdekelteket, hogy állítsák kihívás elé a szakértői véleményeket - Használjunk játékokat, és kísérleteket arra, hogy az embereket a megszokottól eltérő

				gondolkodásra ösztönözzünk
Komplex	<ul style="list-style-type: none"> - Kiszámíthatatlanság - Nincsenek egyértelműen helyes válaszok - Nem tudjuk, hogy mik a hiányzó adatok - Több ötletet versenyeztetnek - Kreativitás és innovatív ötletek szükségesek - Korábbi mintákon alapuló menedzsment 	<ul style="list-style-type: none"> - Utánajár, érzékel, reagál - Megteremt a megfelelő körülményeket és minták kialakításával kísérletezik - Növeli az interakciók számát és a kommunikáció hatékonyságát - Olyan módszereket alkalmaz, melyek lehetővé teszik új ötletek generálását 	<ul style="list-style-type: none"> - Kísértés az utasítás alapú, megszokott módszerbe való visszaesésre - Vágy a problémák felgyorsított megoldására 	<ul style="list-style-type: none"> - Adjunk időt a reflexiókra - Interakciókat segítő szemléletet alkalmazzunk, ezzel elősegíthetjük a minták, metódusok kialakulását

	Kontextus jellemzője	A vezető feladata	Intő jelek	Reakció a veszély jeleire
Kaotikus	<ul style="list-style-type: none"> - Turbulensen változékony - Nincsenek ok-okozati összefüggések - Kiszámíthatatlanság - Feszültség - Sok gyors döntésre van szükség, nincs idő gondolkodni - Mintákon alapuló menedzsment 	<ul style="list-style-type: none"> - Cselekszik, érzékel és reagál - A helyes válaszok helyett olyan megoldást keres, ami működik - A helyreállítás érdekében köztes megoldásokat alkalmaz - Közvetlen és egyértelmű kommunikáció 	<ul style="list-style-type: none"> - Utasítás és kontrol alapú rendszer alkalmazása hosszabban, mint az szükséges lenne - Innovációs lehetőségek elmulasztása - A káosz állapota nem javul 	<ul style="list-style-type: none"> - Állítsunk fel olyan mechanizmusokat, amelyek kihasználják a kaotikus környezet adta lehetőségeket - Dolgozzunk azon, hogy kontextust kaotikusból komplexszé alakítsuk át

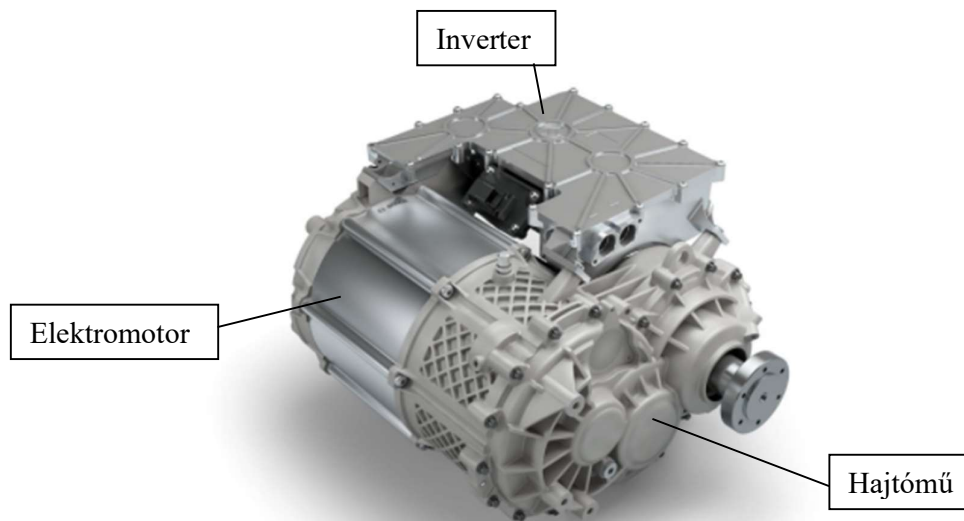
Ábra 12-12: Cynefin modell

Összetett fejlesztési projekt elemzése különböző komplexitási modellekkel

A következő részben egy elektromos hajtáslánc fejlesztési projektjét fogom megvizsgálni az előző fejezetben ismertetett komplexitási modellek segítségével. Első lépésként elemzem a projekt felépítését a szempontrendszerek alapján, majd javaslatot teszek a célszerűen alkalmazható módszerekről.

Az eAxle

A termék, amelyet vizsgálni fogok, az eAxle. Ez egy elektromos autókba szánt hajtáslánc, amely három alrendszerből áll össze. Egy elektromotor adja le a jármű meghajtásához szükséges nyomatékot, amely egy fokozatmentes hajtómű továbbít az autó felé. A motor vezérléséről egy inverter gondoskodik, amely a rendszerrel közös házban helyezkedik el.



ábra 13: eAxle

Az eAxle számos járműtípushoz igazítható, beépíthető hibrid és elektromos járművek első vagy hátsó tengelyéhez is. Moduláris felépítése és rugalmas gyártási koncepciója megkönnyíti a testre szabott megoldásokat, rugalmasságot tesz lehetővé a teljesítményszint a nyomaték és a beépítési tér tekintetében is.

Az hajtáslánc 50 és 300 kW között méretezhető, így kis személygépkocsikba, terepjárókba vagy akár könnyű haszongépjárművekbe is alkalmazható. Kiemelkedő hatásfoka a

folyamatos optimalizálási erőfeszítéseknek köszönhető az elektromos motorok és a teljesítményelektronika területén, valamint a magas fokú integráltság miatt a csatlakozó alkatrészek, például a nagyfeszültségű kábelek, csatlakozók és hűtőelemek száma illetve mérete csökkenthető. A magas hatásfok nagyobb elektromos hatótávolságot, vagy alacsonyabb követelményeket tesz lehetővé az akkumulátor kapacitására vonatkozóan. A teljesítményelektronika az akkumulátorból származó egyenáramot átalakítja az elektromos motor számára szükséges váltakozó árammá. Az motor az áramot mozgási energiává alakítva továbbítja a nyomatékot a hajtómű felé. Ez az egység elektromos motor fordulatszámát a hajtótengely által igényelt szintre állítja miközben a szükséges nyomatékot átadja. A motor, az inverter és a hajtómű együttes hatásfoka határozza meg a teljes egység hatásfokát. Minél ideálisabban működnek az egyes komponensek, és minél jobban integrálva vannak a rendszerben, annál alacsonyabb szintre csökkenthetők a veszteségek.

Mivel az elektromos autózás az utóbbi években jelentősen fellendülni látszik, a legtöbb nagy autógyártó elektromos és hibrid járműplatformok létrehozása mellett döntött. Hogy megóvják a munkahelyeiket, sokan döntöttek saját, vagy részben saját fejlesztésű hajtáslánc alkalmazása mellett, azonban ezzel együtt rengeteg új, kisebb gyártó is megjelent. A kereslet kibővült, viszont a beszállítók száma is megnőtt, olcsó ázsiai hajtáslánc fejlesztő cégek széles választéka elérhető a piacon. Ahhoz, hogy ezen a piacon valaki versenyképes lehessen, nagy rugalmasságra, gyors és hatékony munkára van szükség. Ahhoz, hogy ez kivitelezhető legyen, érdemes tanulmányozni a projekteket, hogy aztán a legmegfelelőbb eszközöket alkalmazva sikerre vihessük őket.

Az általam vizsgált vállalat néhány évvel ezelőtt kezdetként egy platform fejlesztésbe kezdett, amely alapot biztosított a későbbi vevői projekteknek. Az alap termék egy moduláris felépítésű hajtás, melynek komponensei könnyen variálhatók. Az alap elképzelés az volt, hogy a vevői igények nagyjából 100 és 200 kW között teljesíthetők az alap komponensek minimális változtatásával. Ez a teljesítmény közép kategóriás járművek tisztán elektromos működtetésére képesek vegyes felhasználás mellett. A könnyen változtatható felépítésről időközben kiderült, hogy az egyes alrendszerek egymástól független változtatásával épp a kulcstényező, a hatásfok romlik, így az új irány a minél magasabb fokú integráltság lett. A legnagyobb kereslet a tisztán elektromos hajtásokra városi autóknál mutatkozott, így célszerű volt egy újabb, némileg csökkentett teljesítményű, de kompaktabb, jobb hatásfokú platform létrehozása.

Mivel az elektromobilitás területe újnak mondható, sok a vevői és az akvizíció, de csak kevés megkeresésből lesz később valódi projekt. Egy ilyen akvizíciót fogok ismertetni majd a komplexitását tanulmányozni.

Egy akvizíciós projekt bemutatása

Technikai elvárások

Ebben a részben ismertetni fogok egy európai akvizíciós projektet, és a főbb jellemzői alapján megvizsgálom a korábban megismert komplexitási modellek segítségével.

Egy városi kisautóhoz kell ajánlatot tennünk egy 90 kW-os maximális teljesítményű, meghatározott beépítési térigényű hajtásra. Létezik ugyan egy platform, ahonnan egy érettebb konstrukció jó kiindulási alapként szolgál, de a végső követelményeket nem tudjuk elérni vele, így projekt specifikus fejlesztéssel kell kalkulálnunk. A főbb technikai követelmények a következők:

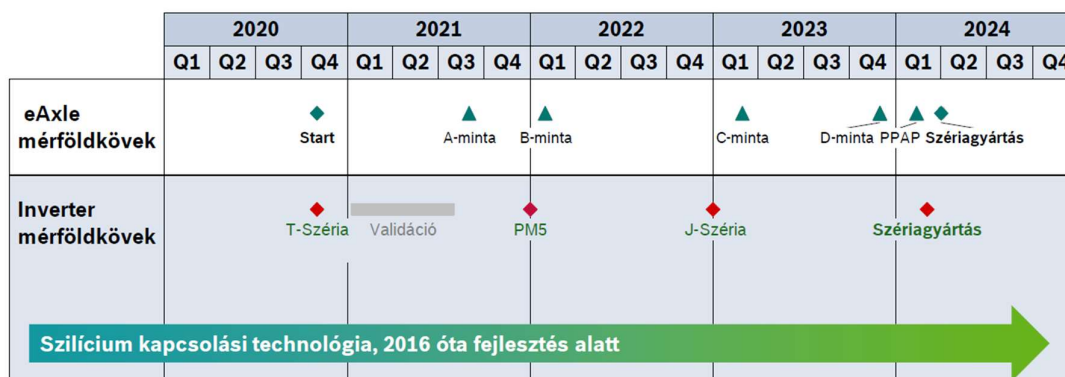
- Maximális teljesítmény: 90 kW
- Motor fordulatszám: 800 rpm
- Park lock rendszer integrálása szükséges
- Maximum 70 kg össztömeg

A technikai elvárásokkal kapcsolatban nehézséget jelentett a követelmények folyamatos változása. Mivel a vevő számára is új irány az elektromos autózás, az újonnan létrehozott jármű platform paraméterei sem fixek. A jármű adatok változásával és a jármű típusok bővülésével a hajtáslánc tulajdonságain is változtatni kellett. Ha a teljesítmény növelése került fókuszba, akkor a motor méretein is növelni kellett, az új designnal pedig nagyobb helyigény lépett fel. Egyetlen paraméter megváltoztatása a hajtás rendszer egy teljesen új variációjának kialakítását eredményezheti.

Időterv

A vevő 2024 első negyedévében szeretné megkezdeni a szériagyártást, ehhez kell igazítanunk a projekt időtervét. Az inverterben egy új technológiát szeretnénk alkalmazni, melynek segítségével tovább növelhető az egység hatásfoka. Mivel ez a technológia még fejlesztés alatt van, figyelembe kell vennünk az ehhez tartozó menetrendet is. A vevői elvárásokkal és a belső feltételekkel összhangban 2021 szeptemberében esedékes az első minta szállítása. A B mintának, már a széria állapotot megközelítő designnal 2022 februárjában kell elkészülnie. Ez után be kell szerezni a széria gyártáshoz szükséges összes

eszközt, hiszem a C mintát 2023 márciusáig ezekkel kell legyártani. Az utolsó D mintát 2023 év végén kell elküldeni a vevőnek, ez már a kész gyártósorról kell, hogy származzon. A tömeggyártás 2024 áprilisában kezdődik meg. A tervezést bonyolítja, hogy a motor gyártásában ugyan rendelkezünk tapasztalattal, de egy új optimalizált tekercselési technológiát szeretnénk bevezetni, ami gyorsítja, így olcsóbbá is teszi a motor összeszerelését. A tervek szerint több típusú motort is gyártatának ugyanazon a soron, így az épp zajló technológiai tesztek eredménye után lehet csak megítélni, melyik módszer a legelőnyösebb az egész portfólió számára. Ezek a tényezők jelentős bizonytalanságot visznek mind az időbeli, mint a költségvetést illető tervezésbe. További bizonytalanság, hogy a vevő elvárásai is változnak némileg a tömeggyártás megkezdésének időpontját illetően. Szeretnénk minél előbb a piacra bocsátani az új elektromos platformjukat, és a változásokat követnünk kell a terméke fejlesztési időszakában.

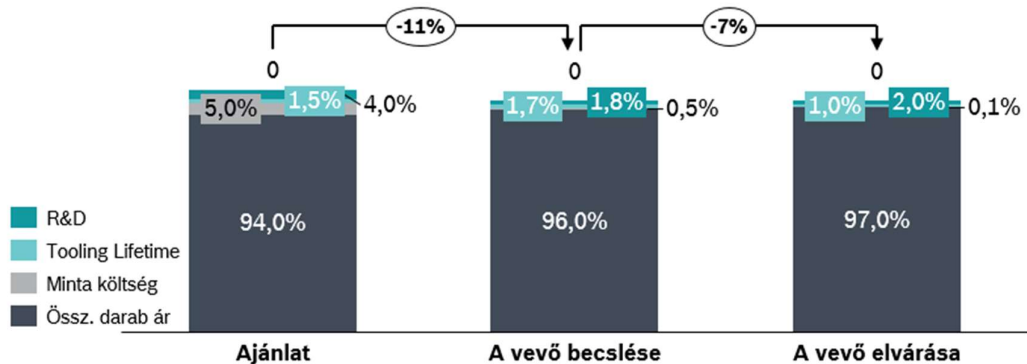


ábra 14: a projekt főbb mérföldkövei

Költségvetés

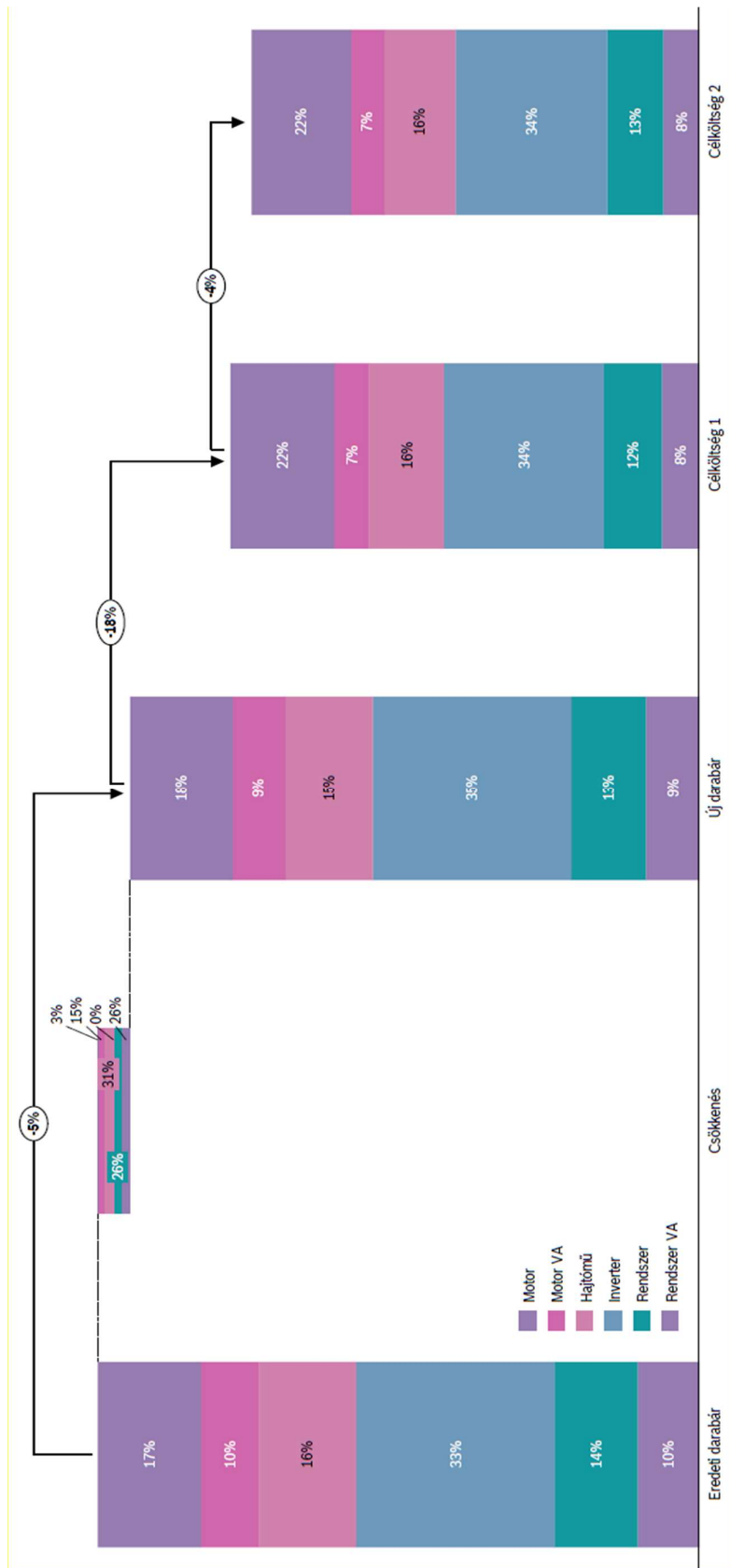
A projekt összköltségvetése négy fő részből tevődik össze: a fejlesztési költségből, a termék darabár költségéből a gyártósor beruházási költségeiből és a mintadarabok költségéből. Ezek közül a beruházási költség fixnek tekinthető, a fejlesztési költség és a darabár viszont nagyban függ a termék végső konstrukciójától és ennek függvényében az esetlegesen más projektekkel kihasználható szinergiáktól. A versenytárselemzési adatok alapján a darabár és a fejlesztési költség magasabbnak tűnik, mint más lehetséges beszállítóknál, így az akvizíció egyik fontos feladata ezeknek a költségeknek a mérséklése. A költségek arányos összetétele látható az alábbi ábrán. Az első oszlopon a belső kalkulációk alapján ajánlható ár látható, a másodikon a vevő által elvárt maximális költségszint, a harmadikon pedig a vevő által optimálisnak tartott összköltség. Az összehasonlításból az látszik, hogy a termék, a költségvetés egészen nagyjából 15%-ot kell csökkenteni. Ez a fejlesztési költség, a termék

és minta költségek drasztikus csökkentését követeli, illetve alternatív gyártási és összeszerelési modellek kidolgozását.



ábra 15: A projekt költségvetésének összetétele

Mivel a költségek legnagyobb részét az eladott termékek ára teszi ki, a fejlesztésben a projektvezetés a legnagyobb hangsúly a darabár, és a fejlesztési költségek csökkentésére helyezte. A termék árának csökkentése érdekében a design fejlődésével és változásával párhuzamosan a költségek folyamatos monitorozására kerül sor. A következő diagramon az első oszlop az első költségkalkuláció eredményét mutatja a komponensek közötti százalékos eloszlással. Megkülönböztettem a három fő alrendszert: motort hajtóművet és invertert, a rendszer alkatrészeket valamint az ezekhez tartozó gyártási (VA= value add) költségeket. A hajtómű összeszerelése a végtermékkel közös gyártósoron történik, így ott nincs megkülönböztetés valamint az inverternél hiányzik ez az elem, mivel azt a vállalat egy másik üzleti egysége készen szállítja, így ott már csak termék teljes árát vesszük figyelembe.

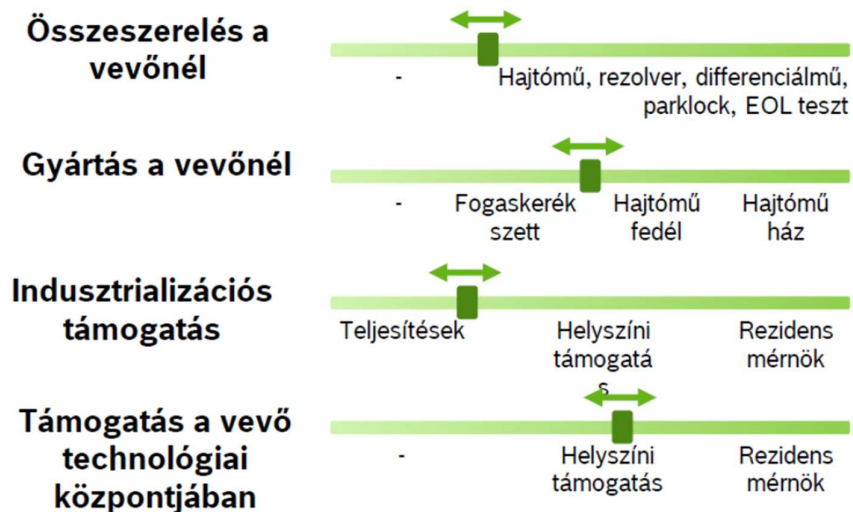


Ábra 16: Költség diagram

Gyártástervezés

Az anyag költségek csökkentését főleg konstrukciós egyszerűsítésekkel, és beszállítók versenyeztetésével értük el, a gyártási folyamatoknál pedig figyelembe vettük, hogy más termékekkel közös állomásokat tudunk kialakítani, így csökkentve az egy termékre jutó költségeket. Ahhoz, hogy a költségeket folyamatosan követni és csökkenteni tudjuk, nagy figyelmet fordítottunk a target costing tevékenységre.

A gyártás optimalizálásával kapcsolatban tovább fontos szempont volt, hogy rugalmasok legyünk a gyártási helyszínek tekintetében. A vírus helyzet miatt minden autógyártó számára különösen fontossá vált, hogy a lehető legtöbb munkahelyet képesek legyenek megtartani, és elképzelhetővé váltok olyan üzleti modellek is, amelyekben a végső összeszerelés a vevő üzemében történik, és a vállalatunk beszállítóként csak a fejlesztésért, és egyes részegységek gyártásáért felel. Több ilyen alternatív modell is kidolgozásra került, melyek biztosítják, hogy a vevő a szokásosnál nagyobb mértékben, akár beszállítóként is részt vegyen a projektben. Lehetőséget kínáltunk például a végső összeszerelésre, a gyártósorok kialakításának támogatására, és a fogaskerékszettek beszállítására is. A fejlesztés utolsó fázisát és a gyártást előkészítő mérnöki munkát szintén közös erőforrásokkal tervezzük megvalósítani. A szériagyártással kapcsolatos legtöbb tevékenység esetén igyekeztünk flexibilis munkamodellt kialakítani, így alkalmazkodva a vevői igényekhez.



ábra 17: az üzleti modell rugalmassága

eAxle fejlesztés a Turner és Cochrane mátrixban

A Turner-Cochrane mátrix a célok és a módszerek határozottságát vizsgálja. Ha ebben a rendszerben akarjuk elhelyezni a projektet, akkor az alábbi kérdéseket kell feltennünk:

- Ismerjük a projekt pontos célját?
- Tudjuk, milyen folyamatokat fogunk követni a projekt megvalósítása során?

A fent leírt projekt esetében az első pillanatban az kérdésre igennel válaszolhatnánk, azonban már az akvizíciós fázis első heteiben kiderült, hogy sem a technikai, sem az időbeli elvárások nem fixek. A követelmények elemzése közben több alkalommal változott a vevő fókusza, és az időtervvel kapcsolatban sem voltak határozottak. Ahogy náluk változott a szériagyártás megkezdésének az időpontja, a belső határidőket is többször újra kellett tervezni. Ezek alapján, az első kérdésre a válasz nem, így biztosan a diagram jobb felében fogunk mozogni.

Nagyvállalati környezetben mondhatjuk, hogy kiforrott folyamatleírásokkal rendelkezünk. Különböző projekt típusokra előre jól meghatározott keretrendszerek és javaslatok léteznek az egyes feladatkörök kezelésére, így a második kérdésre első pillantásra szintén válaszolhatnánk igennel. Ha azonban figyelembe vesszük, hogy az ajánlatadási fázisban már a megváltozott gazdasági helyzetre tekintettel rugalmas üzleti modellt dolgozunk ki, módosított felelősségi körökkel, már nem alkalmazhatóak módosítás nélkül a korábról ismert fejlesztési metódusok. Ha csak magát a terméket, a termék fejlesztését és gyártását vesszük figyelembe, akkor is vannak bizonytalan pontok a folyamatok tekintetében. A motornál új fajta gyártástechnológiát tervezünk bevezetni, amelynek ugyan megvan a protokollja, de maga a módszer ismeretlennek mondható. Hasonló termék még nem került tömeggyártásba, így mivel maga a konstrukció is új, a fejlesztés folyamata sincs bejártva. Az idő szűkössége, és az időterv változása miatt limitlát számú mintafázissal szeretnénk dolgozni, ami szintén a bizonytalanságot növeli. Ezek alapján a második kérdést szintén nemmel kell, hogy megválaszoljuk. Így jutunk az ábra jobb felső negyedébe, ahol látható, hogy tipikusan az R&D projektek elhelyezkednek. Mivel egy új autóiipari ágazat új termékesaládjáról van szó, a következtetés helyesnek tűnik. A jól bevált módszereket csak részben lehet alkalmazni, a változások dinamizmusa miatt a megszokottnál nagyobb rugalmasságra lesz szükség a projekt igényeinek megfelelő kezeléséhez.

Methods well-defined	No	Type 2 projects Product development	Type 4 projects R & D and organizational change
	Yes	Type 1 projects Engineering & construction	Type 3 projects Application software development
		Yes	No
		Goals well-defined	

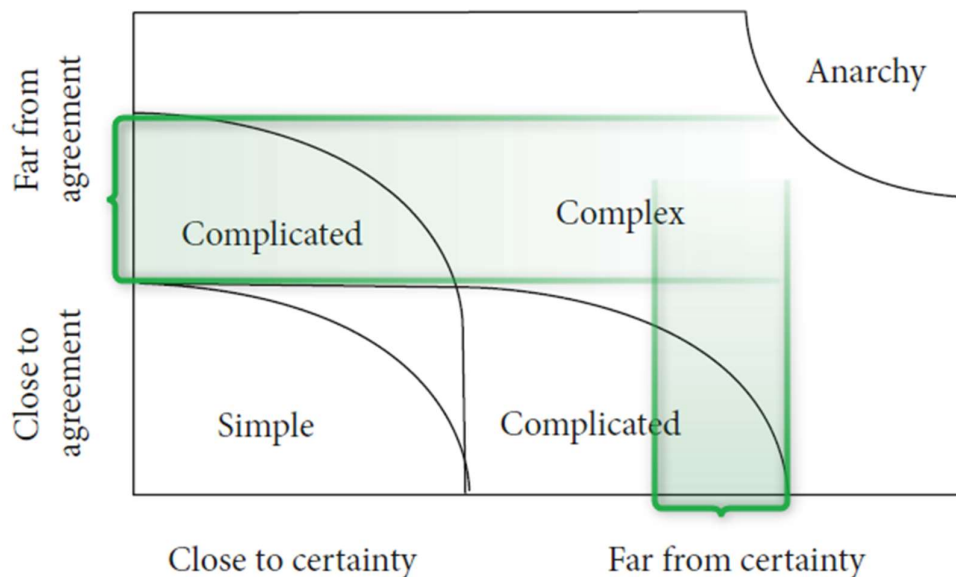
Ábra 18: Turner Cochrane mátrix

Az eAxle projekt a Stacey-féle megállapodás és bizonyosság-mátrix szerint

Ebben a modellben is két tengelyen elemezzük a projekt tulajdonságait, két kérdés megválaszolásával tudjuk besorolni a projektet, itt azonban valamivel árnyaltabb a kép, nem csak egy koordináta-rendszer síknegyediben gondolkodunk. Az x tengelyen azt kell megnéznünk, hogy mennyire bizonytalan a projekt helyzete. Itt skála rögtön 3 részre tagolódik a bizonytalanság mértékének függvényében. Ha minden tisztázott, akkor a ebből a szempontból a projekt egyszerűnek mondható. Ha van bizonytalanság, akkor annak a nagyságától függően a komplikált, vagy a komplex területre juthatunk. A mi esetünkben ezen a tengelyen a „közel a bizonyossághoz” részt kizárhatjuk, hiszen ahogy az előző részben is említettem, bizonytalan az időtervünk, a technikai követelmények, a kivitelezés, és a költségvetés sem lett fixálva. Minegyik területen vannak ugyan támpontok és nagyvonalú tervek, de ezek nem pontosak, felületesek és várhatóan változni fognak. Ez alapján valahol a skála második felében helyezhetjük el a projektet. Mivel a meglévő tervezés részletes, jól módosítható, nem kell, hogy a skála végéig elmenjünk, a bizonytalansággal azonban egyértelműen számolni kell.

Az „y” tengelyen azt kell megvizsgálni, hogy mennyire vagyunk közel az egyetértéshez a projekt kérdéses pontjaival kapcsolatban. Nálunk a legfontosabb kérdés talán a vevővel való egység a követelményekkel kapcsolatban. Az ajánlott termékkel nem tudjuk minden követelményüket teljesíteni, a változtatások azonban túl nagy ráfordítást igényelnének.

Hogy ezt elkerülhessük, megpróbáljuk a termékünk előnyei hangsúlyozni, technikai beszélgetéseket folytatni a hajtáslánc működéséről, és ezzel elérni, hogy eltekintsenek a kritikus követelményektől. Egyetértésre nem jutottunk, a követelmények megmaradtak, mi azonban továbbra sem akarjuk véghezvinni azokat a módosításokat, amelyekkel ezeket teljesíteni tudjuk, tehát távol vagyunk az egyetértéstől. A belső, fejlesztő csapaton belül sem beszélhetünk teljes egyetértésről, hiszen igyekszünk a fejlesztési és anyag költségeket is alacsonyan tartani, de ez nem mindig van összhangban a szükséges termék fejlesztési döntésekkel. Ezen szempontok alapján függőleges tengelynek is közepe felé helyezkedünk el, hiszem minden kérdésben megegyezésre törekszünk, folyamatosan tárgyalunk a felekkel, kész megoldásunk viszont nincs. Ha bejelöljük a két sávot, ahová az említett szempontok alapján a projekt besorolható, akkor megkapjuk azt a metszetet, amely a projekt egészének összetettségét jellemezi. Látható, hogy a két komplikált sáv a komplex területen ér össze, amely figyelmeztet, hogy tradicionális módszerekkel nem fogunk tudni kezelni minden felmerülő kihívást. Az ábra azt is jól szemlélteti, hogy dolgoznunk kell a nézőpontok közelítésén, de ez jó eséllyel megoldható tárgyalásokkal, valamint a bizonytalanságokra fel kell készülnünk, megfelelő hangsúlyt kell fektetni a változás és rizikó menedzsmentre.

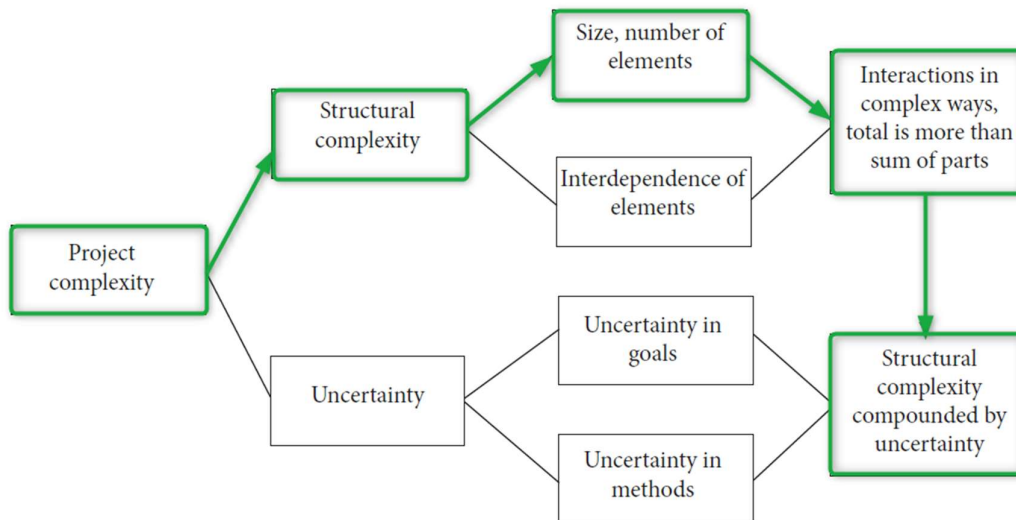


Ábra 19: Stacey-féle megállapodás és bizonyosság-mátrix

Az eAxle Williams modellben

A Williams modellben a strukturálisan bonyolult és a bizonytalan projekteket elemezhetjük, illetve ezeknek a problémás tényezőknek az összetevőit deríthetjük fel. Ha az első elágazástól indulunk, azt kell eldönteni, hogy a projekt felépítésének bonyolultsága, vagy a bizonytalanság a jelentősebb hátráltató tényező. Esetünkben a két dolog tulajdonképpen egymásból következik. A projekt szerkezete összetett, hiszen a komponensek alapján három részprojektből tevődik össze. Mind a három részprojektnél már típusú szaktudásra van szükség. A motornál a villamosmérnöki terület dominál, a hajtóműnél a gépészet, és a fogaskerék típusok ismerete a legfontosabb, míg a vezérlő egységnél villamosmérnöki és informatikai területek keverednek. A komponenseket megfelelő mechanikai ismeretekkel bíró csapat állítja össze, és rendszermérnökök ellenőrzik a vevői követelmények teljesülését. Ahogy azt korábban említettem, fontos a költségek nyomon követése, így szorosan együtt kell működni a beszerzéssel, és a pénzügyi csapattal. Mivel maga a termék is bonyolult, már az első tervektől együtt kell működni a gyártástervezéssel, hogy a későbbiekben ne jelentsen problémát egy megfelelő szériagyártó sor felállítása. Ha tehát a strukturális komplexitás okát keressük, akkor a a projekt mérete, és az elemek száma megalapozhatja ezt. Ennek ellenére érdemes lehet elgondolkodni a másik lehetőségen, miszerint a projekten belüli összefüggések miatt válik bonyolulttá a struktúra. Alapvetően a három komponens három al-projektként működik, de a végső összeállításhoz követni kell a rendszer igényeit is. Kérdéssé válnak a felelősségi körök határai, hogy mi az ami az egyes alrendszerhez különálló működéséhez szükséges, és mi az ami az integráció miatt elengedhetetlen. Ezen kívül több irányból is érkezik nyomás a projekt csapat tagjaira. Csökkenteni kell a bekerülési árat, azonban meg kell felelni a vevői elvárásoknak. Folyamatos mérlegelésre, döntésekre, és az ezek következményekén létrejövő rizikók jó kezelésére van szükség.

Az utolsó mező, ahova a modellben eljutunk egy fajta következtetés, miszerint a rendszer nem csak a részegységek egésze, hanem ezeknek a kapcsolatai is fontos. Az előző modelleknél megállapítottam, hogy a módszerekben, és a célban is van némi bizonytalanság, így eljutunk a jobb alsó mezőig, amellyel megállapítjuk, hogy strukturális komplex és emellett bizonytalan is a projektünk. Ez a lehetséges nehézségek korai feltárásában segít. Ahogy végig haladunk az egyes szempontokon, megállapíthatjuk, milyen veszélyforrásokkal állunk szemben, így tervezni tudunk vele.



Ábra 20: Williams modelé

Az eAxle az UCP modell szerint

Az UCP modell három dimenzió szerint vizsgálja a projektet, amelyeknek az értékelése segít a rizikó nagyságának megbecslésében. Ahogy az korábban bemutattam, bizonytalanság, idő és komplexitás szempontjából osztályozza a projekteket, és ez alapján fogom én is besorolni az eAxle fejlesztési projektünket. Ha a belső, technológiai bizonytalanságra helyezük a hangsúlyt, akkor az alábbi kategóriákból kell választanunk: Low-tech, Medium-tech, High-tech és Super High-tech.

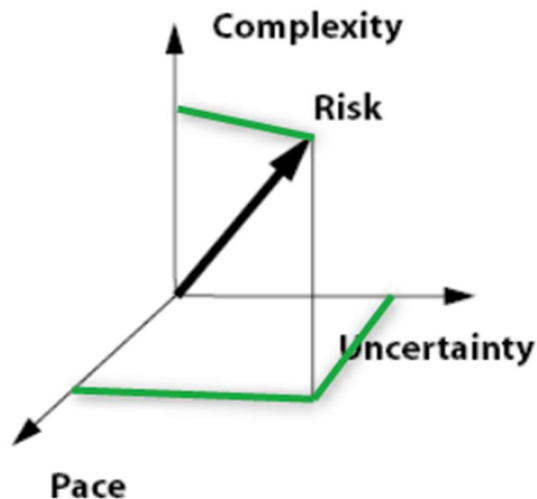
Mivel az eAxle gyártása során legnagyobb részben meglévő technológiákat használunk, a Medium-tech kategóriába tartozik. Az inverter SiC technológiája számít a legújabbnak a termékben, de ez a fejlesztés is a projekt előtt kezdődött el.

A komplexitást illetően egyértelműen a rendszerek kategóriájába sorolható a termék, hiszen három alrendszer jól összehangol működésére van szükség. Ezek kihívást jelentenek a projekt tervezésében és kivitelezésében is, hiszen az egész rendszerünkkel kell a vevő követelményeit teljesíteni.

Az idő jelentőségét nézve kompetitív projektről beszélhetünk, hiszen az elektromos autózás viszonylag új, még formálódó piacon fontos előnyre tehet szert, akinek sikerül időben egy megbízható, versenyképes termékkel előállnia.

Ha ezt a három faktor ábrázoljuk egy három dimenziós koordináta rendszerben, akkor az egyes szempontok értékelését egy pont egy-egy koordinátájaként foghatjuk fel. Ha az előbb kapott eredményeket nézzük, akkor ez a koordináta R (2,2,2) lenne. R-nek hívom a rizikó pontját, és az ide mutató vektor segít vizualizálni a projekt lehetséges kockázati tényezőit.

A rizikó vektorának hossza ebben az esetben $\sqrt{17} \sim 4,12$. Az origótól legtávolabb eső pont ebben a rendszerben a (3,3,4) lenne, amelyhez tartozó vektor hossza $\sqrt{34} \sim 5,8$. Ez azt jelenti, hogy az összesített projekt rizikó nagyjából 71%, ami már a magasabb rizikó osztályba sorolható.

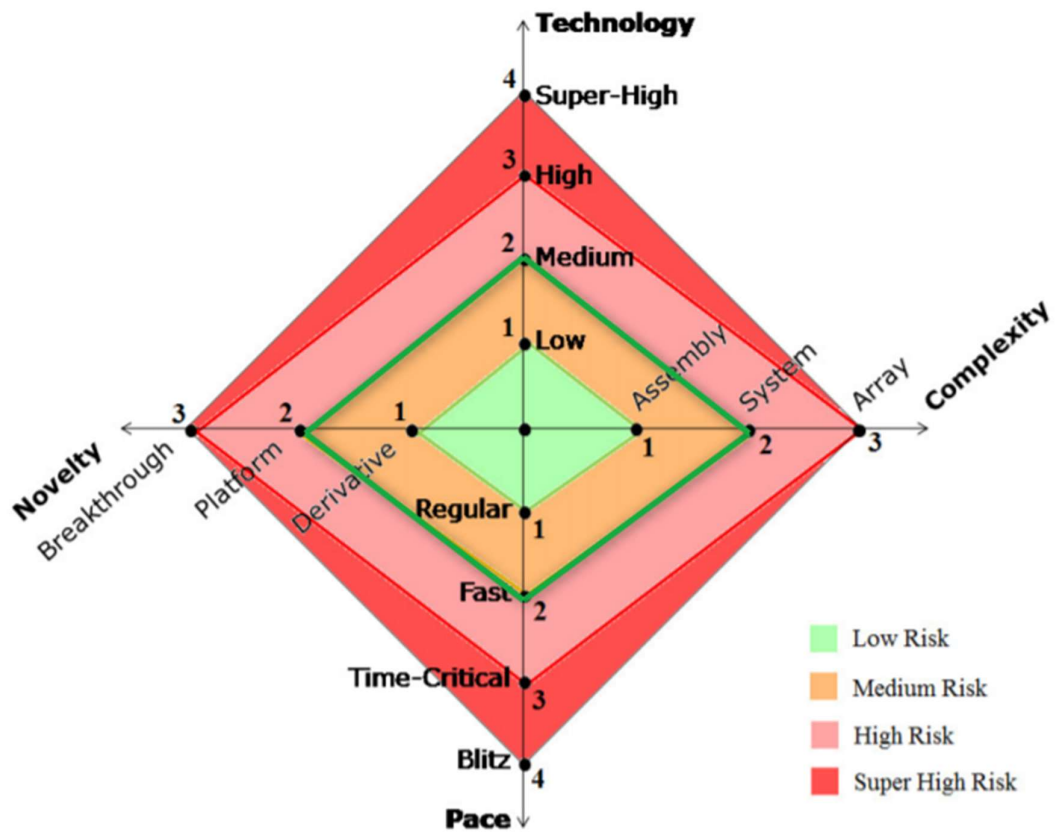


Ábra 21: UPC modell

Nálunk minden szempont egyenlő mértékben kockázatos, a rizikó faktorok kiegyenlítettnek mondhatók. Ez azt jelenti, hogy egyforma figyelmet kell fordítanunk az időbeli, a technológiai és a komplexitást érintő kérdésekre is. Egyik sem kirívó ugyan, de mindegyik mutat potenciális probléma forrást.

eAxle fejlesztés az NTCP keretrendszer szerint

Az NTCP modell az előzőhöz képest kibővül az újszerűség faktorával is, így egy gyémánt szerű geometriát kapunk, amely szintén alkalmas a rizikók értékelésére. Az UPC modellhez képest változás, hogy a technológia osztályozás mellett az idő kritikusság skáláját is négy szintűvé teszi, megkülönböztetve az idő kritikus és a „blitz” azaz villámháború jellegű projekteket. Ilyen esetben extra gyorsaságra van szükség, ez a projekt első számú prioritása. A mi projektünkhez továbbra is a skála második értékét, azaz a gyors, versengő típust fogjuk rendelni. Ahogy a következő ábrán zölddel berajzolva látszik a projekt minden szempont alapján a közepes és a magas rizikójú terület határán egyensúlyoz. Nem emelhető ki kritikus összetevőként egyik szempont sem, minden területen hasonló kihívásokra lehet számítani.



Ábra 22: NTCP

Innovációs szempontból a projekt a platformok közé sorolható, hiszen egy alapvetően új termécsalád létrehozása a cél, egy új technológiai területen, azonban ez az új terület sem nevezhető áttörésnek, hiszen létező termékeket, vagy a termék egyes elemeit helyezi egy új kontextusba.

Cynefin döntéshozatali keretrendszer alkalmazása az eAxle-en

A Cynefin rendszerben igen hasznos megvizsgálni a projektet, hiszen rávilágít az egyes projekt típusoknál tipikusan előforduló problémás helyzetekre, és azoknak a kezelési lehetőségeire. A táblázat alkalmazásához mindenképp szükséges valamelyik korábban tárgyalt módszer segítségével a projekt komplexitási szintjének megállapítása. Ehhez legjobban használható eredményt a Stacy féle bizonyossági mártixszal végzett vizsgálat ad. Eszerint, mivel a projektet sem a bizonyosság, sem a kifejezett egyetértés nem jellemezi, a két komplikált szempont metszete komplex eredményt adott, így a táblázat ezen részének megállapításait és tanácsait fogom értékelni.

	Kontextus jellemzője	A vezető feladata	Intő jelek	Reakció a veszély jeleire
Komplex	<ul style="list-style-type: none"> - Kiszámíthatatlanság - Nincsenek egyértelműen helyes válaszok - Nem tudjuk, hogy mik a hiányzó adatok - Több ötletet versenyeztetnek - Kreativitás és innovatív ötletek szükségese - Korábbi mintákon alapuló menedzsment 	<ul style="list-style-type: none"> - Utánajár, érzékel, reagál - Megteremti a megfelelő körülményeket és minták kialakításával kísérletezik - Növeli az interakciók számát és a kommunikáció hatékonyságát - Olyan módszereket alkalmaz, melyek lehetővé teszik új ötletek generálását 	<ul style="list-style-type: none"> - Kísértés az utasítás alapú, megszokott módszerbe való visszaesésre - Vágy a problémák felgyorsított megoldására 	<ul style="list-style-type: none"> - Adjunk időt a reflexiókra - Interakciókat segítő szemléletet alkalmazzunk, ezzel elősegíthetjük a minták, metódusok kialakulását

Ábra 23: Cynefin döntéshozatali keretrendszer

A komplexitás jellemzőjeként látjuk a kiszámíthatatlanságot, amely valóban igaz a vizsgált projektekre, hiszen a technikai elvárások változnak, a külső gazdasági helyzet bizonytalansága is szokatlan változásokat szül. Hogy nincsenek egyértelműen jó válaszok, adódhat a bizonytalanságból és a kiszámíthatatlanságból. Önállóan, egyértelmű követelmények nélkül kell irányokat meghatározni, amelyekkel bizonyos szempontból megközelítjük a célt, más aspektusból viszont távolodunk tőle. Mindig csak az adott pillanat tudás szintjéhez lehet a lehető legjobb válaszokat adni, a lehető legjobb döntéseket hozni, azonban pár nappal, vagy héttel később ez könnyen megváltozhat a körülmények és az új ismeretek függvényében. Nem tudjuk mik a hiányzó adatok, vagyok „ismeretlenek az ismeretlenek”. Nem egy adott paraméter hiányzik egy számítás elvégzéséhez, hanem egy kontextus, vagy irány. Egyszerűen kevés az információ, de nem tudjuk a hiányt parametrizálni, vagy számszerűsíteni. Több ötletet kell versenyeztetni, hiszen nincsen kész tervünk, nincsen kiforrott termékünk, különböző technikai megoldások is szóba kerülhetnek. Nem tudhatjuk, hogy a nagyobb teljesítményű, vagy a könnyebb, kisebb méretű, kompaktabb motor lesz-e vonzóbb a vevő számára. A verseny miatt nem vethetünk el minden unortodoxnak tűnő ötletet, lehet, hogy pont egy ilyennel leszünk képesek kitűnni és kiemelkedni a versenytársak közül. Szükség van tehát kreativitásra és innovatív

ötletekre. Az elektromos autózás szabályai, pontos technikai körülményei még nincsenek kőbe vésve, van tere a mérnöki kreativitásnak. A projekt irányítását korábbi minták alapján lehet végezni, de kellő rugalmassággal. Nem lehet minden esetben tényeken alapuló logikus döntéshozatalra támaszkodni, nagyobb szerepe van az empirikus folyamatoknak, néha intuitívan kell irányítani, az adott helyzethez mérten a legjobban.

A vezető feladata ezek alapján az utánajárás, az érzékelés, értelmezés, és a megfelelő reakció. Az utánajárás jelentheti a korábbi tapasztalatok felderítését a szervezeten belül, vagy a technikai vagy egyéb releváns információk megszerzését. A projekt irányítása során, fel kell ugyan használni a korábbi tapasztalatokat, de ez leginkább a nem kiszámítható körülményekhez való alkalmazkodást, egyfajta módszeres flexibilitást jelent. Igyekezni kell olyan körülményeket teremteni, ahol a projekt csapatnak lehetősége van önműködőnek lenni, és így saját módszereket, mintákat kialakítani. Olyan alternatív munkamenetben kell dolgozniuk, hogy a leghatékonyabbak lehessenek a megoldások kidolgozásában. Ezt segíti a interakciók gyakoriságának növelése, a rendszeres kommunikáció. Jól alkalmazhatók például a scrum-ból ismert stand-upok, akár napi rendszerességgel megszervezett gyors megbeszélések. Ezen kívül érdemes lehetőséget biztosítani az ötletek kibontására is, vagy akár brainstormingok keretén belül új megoldásokat keresni. Ilyen alkalmakkor a csapat dinamikája hatékonyabbá teheti az egyes tagokat, gyorsabban több produktum érhető el mint egyéni munkával.

Intő jel lehet, ha egy projektben, amelyről tudjuk, hogy komplex megpróbálunk visszatérni az utasítás alapú, „hagyományos” munkamenetbe. Agilitásra van szükség a megoldások megtalálásához, és ez egy hierarchikus, merev rendszerben csak csekély eséllyel tud működni. Ahogy egyértelműen helyes válaszok és döntések sincsenek, úgy egyszerű, gyors megoldások sem. Az bizonytalanságok miatt sokszor nem lehet, vagy nem érdemes véglegesen kidolgozni egy koncepciót, érdemes több felületesen változatot létrehozni, és csak a megfelelő pillanatban választani. Ez olyan érzést kelthet, mintha nem haladnánk, vagy esetleg duplamunkát végeznénk, de a célok elérését sokszor a megoldások félbehagyásával, módosításával vagy újra tervezésével tudjuk leginkább támogatni. Nem számíthatunk rá, hogy egy egyenes mentén érünk célba, kitérőket kell tenni, és ezeket nem érdemes felesleges energiapazarlásként felfogni.

Az utolsó oszlop néhány tanácsot, lehetséges reakciót tartalmaz az intő jelek febukkanása esetére. Az első ilyen, hogy adjunk időt a reflexióra. Fontos ugyan az idő és a gyorsaság, de az első ötleteket általában a megszokások szülik. Minimális extra gondolkodással, értékeléssel és időráfordítással sokkal eredményesebbek lehetünk. Ha közösen

gondolkodunk, rendszeresek az interakciók, akkor idővel kialakulhat egy bevált rendszer a hagyományosan nem megoldandó vagy nehezen kezelhető feladatokra. Me

Javaslatok a rizikók és a változások kezelésére

Az előző fejezet vizsgálataiból jól látszik, hogy a komplexitási modellek informatív eredmény adnak önmagukban is, néhányat azonban kifejezetten érdemes egymásra építeni. A modellek segítségével különböző aspektusokat vizsgálhatunk, így más-más terület lehetséges problémáira vagy rizikóira mutathatunk rá.

Az analízist a projekt tervezése során, vagy közvetlen az induláskor érdemes elvégezni, hogy az alkalmazandó módszerek kiválasztásánál már támaszkodhassunk a kapott eredményekre. A legtöbb értékelési módszer arra világít rá, hogy ahogy a projekt egyre bonyolultabbá válik, annál inkább szükségessé válik a megszokottól való eltérés, az agilis hozzáállás és a kreatív, egyedi megoldások alkalmazása. Ha azt látjuk, hogy strukturális szempontból komplex a projekt, akkor érdemes az ehhez kapcsolódó kérdéseket alternatív módon, rugalmasabban kezelni. Ha a megszokott korlátok közé próbáljuk szorítani a tevékenységeket, akkor könnyen elveszíthetjük a lehetséges megoldást.

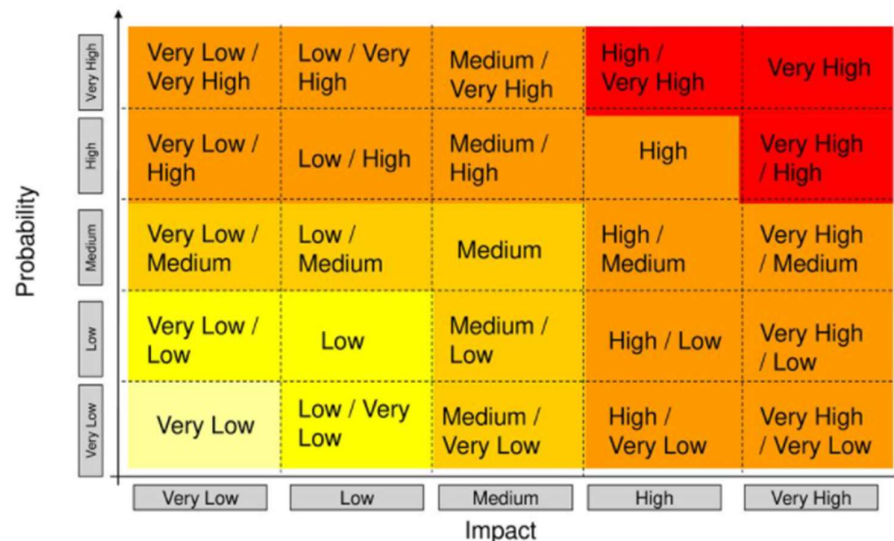
Miután megvizsgáltuk a projektet, és a lehetőségekhez mérten fel kell készülnünk a felmerülő kihívások kezelésére. Egyrészt kiemelt figyelmet kell fordítanunk a feltárt rizikókra, másrészt törekedni kell a flexibilis tervezésre, és a változások transzparens, gördülékeny kezelésére.

Rizikómenedzsment komplex projektben

Definíció szerint a kockázat olyan állapot, amely akkor jelentkezik, amikor bizonytalanságok merülnek fel azzal a potenciállal, hogy hátrányosan befolyásolhatja a projekt egy vagy több célkitűzését és annak teljesítményét a vállalati rendszerben (ISO, 2009; PMI, 2013). A kockázat sokféle formában fordulhat elő, például ismert vagy ismeretlen, mennyiségi vagy minőségi, sőt valós vagy képzeletbeli (Shaw, Abrams és Marteau, 1999). A kockázat a bizonytalanságból származik. Olyan változók, paraméterek és feltételek komplex tömbjéből áll, amelyek potenciálisan hátrányosan befolyásolhatják egy adott tevékenységet vagy eseményt, például egy projektet.

A projekt rizikókat érdemes a projekt csapat bevonásával összegyűjteni, így képet kaphatunk a támogató funkciók aggodalmairól is, vagy megérthetjük a mélyebb technikai problémákat is. Miután kész a listánk, célszerű kiértékelni, hogy melyik rizikó milyen súlyosságú problémát okozhat, és a hogy mekkora bekövetkezés valószínűsége. A jobb átláthatóság érdekében egy pillangó diagramba rendezhetjük őket. A diagramon a vízszintes tengely a potenciálisan bekövetkező probléma súlyosságát mutatja, a függőleges

tengely pedig a bekövetkezés valószínűségét. Ha számszerűsíteni szeretnénk a rizikók súlyosságát, akkor érdemes a valószínűséget százalékban megadni, a bekövetkező probléma súlyosságát pedig egy 0-1-ig tartó skálán. Így igazán jól összehasonlítható eredményeink lesznek. Ha nem akarunk ilyen pontosan osztályozni, akkor alkalmazhatunk mindkét tengelyen nagyon alacsonytól nagyon magasig terjedő öt elemű skálást, majd színekkel szemléltethetjük a egyes mezők veszélyszintjét.



Ábra 24: Rizikómenedzsment

Miután az ábrán látható módon megtörtént a rizikók kategorizálása, képesek leszünk prioritási sorrendet felállítani, és a legsúlyosabbakhoz intézkedéseket rendelhetünk. Az intézkedések célozhatják az előfordulás valószínűségének csökkentését – például rendszeresen ellenőrizzük bizonyos témákat – vagy irányulhatnak a probléma hatásának csökkentésére. Megváltoztathatjuk például egy alkatrész anyagát, amelynek következtében a meghibásodása nem okoz akkora kárt.

Mindig akadhatnak olyan kockázatok, amelyeket nem fedezünk fel időben, ezek kezelése is kevésbé lesz hatékony. Ezek olyan bizonytalanságok, kétértelműségek és kockázati tényezők csoportjai, amelyek gyakran bonyolultan kapcsolódnak egymáshoz. Nagy valószínűséggel valamilyen nemlineáris, nehezen kiszámítható folyamatokat mentén alakulnak ki, de végső soron olyan kérdésekké fejlődnek, amelyek befolyásolják a projekt céljait, teljesítményét. Tipikus példa a 2010-es Deepwater Horizon baleset a Mexikói-öbölben. Utólag nézve a katasztrófának kiszámíthatónak és megelőzhetőnek kellett volna lennie. Valójában azonban a 11 munkavállaló elvesztése és a pusztító erejű környezeti katasztrófa mégis meglepetést okozott. Noha a kockázati forgatókönyv egyes részei kezelhetőnek tűntek, a végül robbanáshoz vezető kumulatív hatások nem. Több, egymással

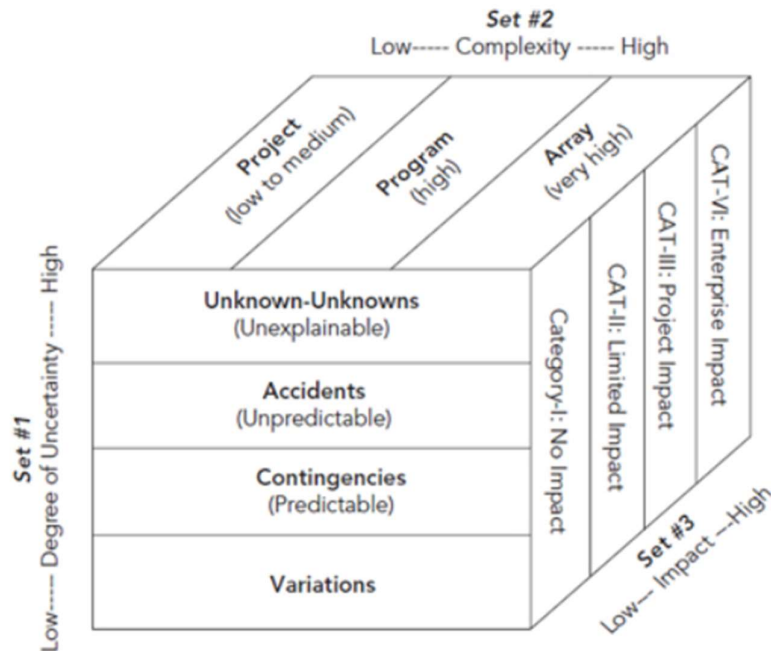
összefüggő technikai, szervezeti folyamat és emberi tényező vált érintetté, amelyek valamilyen hibához, tökéletlenséghez és kockázathoz kapcsolódtak. A baleset után is nehéz volt megtalálni a kiváltó okot és a feleősöket. Az ilyen kockázatok előrejelzése és kezelése szinte lehetetlennek tűnik az ismert irányítási folyamatok mellett.

A kockázati tényezők gyakran több összetevősek, és ahogy a projektek egyre komplexebbé válnak, a rizikók felderítése és megértése is egyre nehezebb feladattá válik. A legtöbb analitikai modell nem alkalmas arra, hogy minden lehetséges kockázati fogatókönyvet és azok dinamikáját követni tudja. Kritikusan fontos ugyan meglévő eszközök következetes használata, de a kollektív gondolkodás és együttműködés is kulcstényező a rizikók összetettségének megértéséhez. Sok vállalat alakít ki egyedi rizikó kezelési rendszert, melyek általában kiegészítik a meglévő metódusokat. Ezek mellett fontos kellő hangsúlyt fektetni a korábbi tapasztalatok integrálására.

Thamhain, H. J. 2013-as publikációjában [17] négy fő tanulságot állapít meg a komplex projektek rizikókezelésével kapcsolatban:

- Az esetlegesen bekövetkező események nem egyformán érintik az egyes projekteket.
- Az esetleges események korai felismerése kritikus fontosságú a projekt teljesítményére gyakorolt negatív hatások kezelése és minimalizálása szempontjából.
- A kockázatok által okozott teljesítményproblémák általában többlépcsősek, bonyolultak és szövevényesen kapcsolódnak össze.
- A kockázatok a projekt komplexitásának és a technikai tartalom összetettségének növekedésével egyre súlyosabban befolyásolják a projekt teljesítményét.

A megállapítások alapján ha pontosabb képet szeretnénk kapni a kockázati tényezőkről, akkor érdemes a korábban bemutatott ábrát egy plusz dimenzióval, mégpedig a komplexitással. A kocka szerű ábrán szemléltetve a jobb felső hátsó csúcs a legveszélyesebb, míg a bal alsó közelebbi sarok a legoptimálisabb, legbiztonságosabb eset.



Ábra 25: Rizikómenedzsment

Még egy bővített, vagy vállalati elemekkel továbbfejlesztett rizikó analízis után is fontos, hogy észben tartsuk, A kockázatok nem minden projektet érintenek egyformán, a tényleges kockázati hatás nemcsak a kockázati eseménytől függ, hanem az esetleges események kezelésével és annak időzítésével kapcsolatos tevékenységektől is. Ezek befolyásolhatják az esemény által okozott problémák nagyságát és a projekt szervezetén belüli kaszkád hatásokat. Az egyszerű analitikai megközelítések nem mindig érik el a kívánt eredményeket, de ha adaptív módszerekkel bővítjük őket, hatékonyak lehetnek. A módszereknek kapcsolódniuk kell a szervezeti folyamatokhoz és az emberi tényezőkhöz is. A kockázatkezelésre gyakorolt jelentős hatások közé tartoznak a munkafolyamatok, a szervezeti környezet és az emberek. A kockázatok általában hatékonyan csökkenthetők a azzal, hogy leegyszerűsítjük, vagy több részletre bonjuk az elvégzendő feladatot ezzel rövidítve a fejlesztési ciklusokat. Ebben az esetben korábbi tesztelésre is lehetőség nyílik. Fontos, hogy a projektcsoport minden szintjén rendszeresen ellenőrizzük a felmerülő rizikókat és hatékony keresztfunkcionális kommunikációt kell kialakítani és az összes érdekelt fél közötti. Ezzel hozzájárulhatunk kockázat korai felismeréséhez és kockázatkezelés sikerességéhez.

Bár egyetlen átfogó irányelv sem létezik, amely garantálja a projekt sikerét, a folyamat mégsem véletlenszerű. A projekt teljesítményét befolyásoló szervezeti dinamika és az összetett projekteknél jelentő kérdések jobb megértése fontos előfeltétele egy

jól működő többfunkciós csapat felépítésének, amely együttesen képes kezelni a kockázatokat, még mielőtt azok a projektcélokat negatívan befolyásolnák.

Változás kezelés

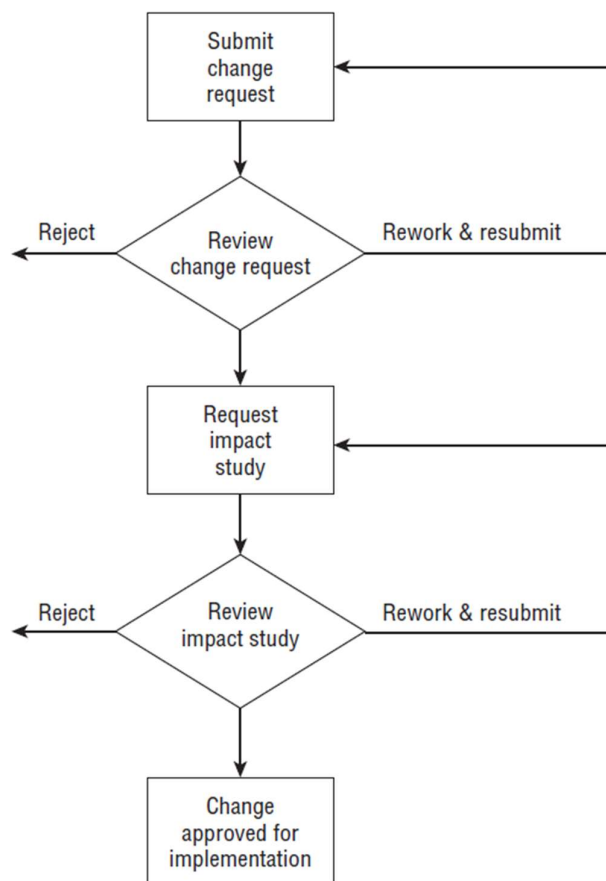
Ha kíváncsiak vagyunk, miért bukik el a legtöbb projekt, akkor egy egyszerű internetes kereséssel rengeteg olyan cikket és publikációt találhatunk, amelyek a projektek sikertelenségének okait igyekeznek megfejtetni. A The Standish Group (1994) által közzétett „The Chaos Report” szerint a hiányos követelmények, a változó követelmények és a nem egyértelmű célkitűzések voltak a kihívást legfontosabb tényezői. Az AST Group (2001) a projektek kudarcának első tíz oka közül a hiányos projektkört és a hivatalos projektmenedzsment-módszerek hiányát sorolja fel. Eric Rosenfeld (n.d) az Adaptive Consulting Partners, LLC-vel kijelenti, hogy a homályos, instabil követelmények csökkentik a projekt esélyét a sikerre.

A projekt követelményeinek és technikai tartalmának változása elkerülhetetlen. A feladatunk nem a változások kiküszöbölése, hanem a sikeres kezelésük.

Az ügyfelek nagy része a projekt kimenetelének minőségével kapcsolatos véleményüket az elvárásaikra alapozzák, amelyet összevetnek a ténylegesen szállított termékkel vagy szolgáltatással, vagyis $V = R - E$. Ahol V az termék értéke, R a valóságban elérhető eredmény és az E az elvárásokat jelenti (Albrecht, 1998). Ha a leszállított termék vagy szolgáltatás nem felel meg elvárásaiknak, akkor az E érték (elvárások) nagyobb, mint az R érték (valóság), és ez negatív értékeléshez vezet. Ha a leszállított termék vagy szolgáltatás meghaladja az elvárásaikat, akkor az R érték nagyobb, mint az E érték, ami pozitív értékelést jelent. Fontos tehát, hogy amennyiben változnak az elvárások, akkor a lehető legjobban tudjunk hozzájuk alkalmazkodni. Ennek a megvalósításához érdemes figyelembe venni a következő irányelveket:

- „Legyünk leanek”: A változások elfogadására és implementálására érdemes egy nem túl bonyolult, de stabil folyamatot felállítani. Egy bonyolult változás kezelési rendszerben minél több változást akarunk jóváhagyni, annál nehezebb lesz alkalmazkodni, és befogadni az újdonságokat. Érdemes a lehető legegyszerűbb módon eljárni. Egy a klasszikus projektmenedzsmentben használt folyamat a változási kérelem benyújtásával kezdődik. Ezt jóvá kell hagyni minden érintettel, ügyelve arra, hogy csak az igazán szükséges szereplőket vonjuk be. Ha ez megtörtént, akkor amennyiben a változtatás indokoltá teszi,

készíteni kell egy hatástanulmányt. Ha az analízis ismertetése után az érintettek ezt is jóvá hagyják, akkor be lehet vezetni a változtatást.



Ábra 26: Változás kezelés

- Definiáljuk előre a projekt tartalmát: Előre rögzítsük az üzleti célt, a tervezett munka struktúráját, a technikai tartalmat. Ha minden megállapodást és célkitűzést dokumentálásra kerül, akkor a későbbiekben van mire építeni, látjuk mitől és milyen mértékben kell eltérni egy-egy változás miatt. Fontos kiemelni, hogy egy ilyen megállapodás, egy előzetes definíció nem azt jelenti, hogy nincs lehetőség módosításra, csak egy közös kiindulási pontot biztosít. Egy ilyen meghatározás keretet ad a munka megkezdéséhez, növeli a projekt sikerének esélyeit, és védi az érdekelt felek érdekét.
- Meg kell értenünk a projekt szponzor jóváhagyási kritériumait: Mivel a projekt eredeti célkitűzése szinte biztosan változni fog, nem támaszkodhatunk csak erre a dokumentumra a projekt eredményeinek jóváhagyásakor. A szponzori

jóváhagyás egy hivatalos nyilatkozat arról, hogy az eredetileg elfogadott célkitűzések és minden formálisan jóváhagyott változási kérelem teljesült.

- Definiáljuk, dokumentáljuk és kommunikáljuk a változások kérelmére, értékelésére és jóváhagyására vonatkozó strukturált megközelítést. Minden olyan változtatásnak, amely hatással van a projekttel kapcsolatos elvárásokra, formális változtatási kérelmet, jóváhagyást és kommunikációs folyamatot kell követnie. A leghatékonyabb változáskezelési folyamatok magukba foglalják a kockázatértékelést is. Ezek elemzik a változás jóváhagyásának és elutasításának a kockázatait is. Azt is észben kell tartani, hogy ha túl bürokratikus és túl sok dokumentációt igényel a folyamat, akkor arra sarkallja az embereket, hogy megkerüljék azt. A központban az eredmények szállítása kell hogy álljon, nem a precíz folyamatok, így az adminisztratív feladatokat érdemes leegyszerűsíteni, amennyire csak lehet. Érdemes változtatási kategóriákat megkülönböztetni. Például egy hétnyi késést, vagy 10 000 euró alatti extra költséget jóvá hagyhat a projektmenedzser. Bizonyos szint felett pedig a projekt szponzorhoz, vagy a vevőhöz kell fordulni.
- Dokumentáljuk, és ismertessük a munka lebontását (Work breakdown structure) Részletesen tervezzünk meg a szükséges munkacsomagokat, amelyekkel elérhetjük a célt. Egy változtatás esetén így könnyebben megbecsülhetjük a szükséges ráfordítást és az ezzel járó költségeket.
- Kezeljük a változásokat a terv szerint. Ha mindent előkészítettünk, akkor csak be kell tartanunk a saját szabályainkat. A procedura megvédi a projektmenedzsert attól, hogy a projekt tartalma „kikússzon” az eredetileg meghatározott keretek közül és segít minden megóvni a felek érdekeit.

Ne próbáljunk az eredeti elképzelésekhez ragaszkodni, változások biztosan történni fognak. Legyünk rugalmasok, de igyekezzünk a saját magunk által meghatározott szabályokat betartani.

Konklúzió

A 21. század technológiai ágazataiban az egyik legfontosabb erény, amely hozzájárulhat egy projekt sikerességéhez a rugalmasság. Ahhoz, hogy a projekt vezetését a megfelelő szegmensekben, a megfelelő folyamatok tekintetében tudjuk rugalmasabbá tenni, analizálni kell a projekt felépítését, és meg kell keresnünk a bizonytalanságokat, vagy gyenge pontokat. A gyorsan fejlődő és gyorsan változó körülmények miatt az elvárások is óhatatlanul változni fognak egy projekt során, előfordulhat, hogy a technikai tartalmat módosítani, bővíteni kell. Nem zárkozhatunk el ezektől a kérdésektől, megfelelően kezelve a javunkra fordíthatjuk őket. Fontos, hogy a változások követését előre tervezzük meg, és az ismeretlen összetevők miatt fellépő rizikókat a megfelelő eszközök segítségével folyamatosan ellenőrizzük és lehetőleg csökkentjük a hatásukat és valószínűségüket.

Ahhoz, hogy a projekt során minden kihívást megfelelően kezelni tudjunk érdemes több komplexitást vizsgáló modellt is alkalmazni. Ezek segítségével képet kaphatunk a várható technikai, organizációs, vagy idő tervet érintő problémákról.

Nem kell, hogy elköteleződjünk az agilis vagy a klasszikus projektmenedzsment eszköztára és folyamati mellett, vegyítsük őket úgy, hogy azzal a leghatékonyabban szállíthassuk az elvárt eredményeket. Érdemes a change driven megközelítést alkalmazni, ami lehetőséget a a projekt változásainak lekövetésére és a tradicionális és agilis elemek lehető leghatékonyabb ötvözésére.

Összegzés

Dolgozatomban áttekintettem a hagyományos és az agilis projektmenedzsment alkalmazási lehetőségeit és a módszerek korlátait. Megvizsgáltam, hogy egy komplex autóiipari fejlesztésben milyen eszközöket érdemes alkalmazni és hogyan lehet a leghatékonyabban menedzselni a változásokat. Kitértem a rizikó kezelés lehetőségeire, a kockázatok súlyozásának módszereire és a problémák elkerülésének lehetséges módszereire. Arra jutottam, hogy az iparágak összefonódása miatt mindenképpen hibrid módszereket érdemes követni és az adott projekt sajátosságait figyelembevéve kell megválasztani a különböző módszertanok elemit. Kiemeltem a változás és rizikó kezelés fontosságát és hatásait a projekt teljesítésére.

Summary

In my thesis, I reviewed the application possibilities of traditional and agile project management and the limitations of the methods. I examined what tools are worth using in a complex automotive development and how to manage changes most effectively. I discussed the possibilities of risk management, the methods of weighting risks and the possible methods of avoiding problems. I concluded that due to the intertwining of industries, it is definitely worth following hybrid methods and that the elements of the different methodologies should be chosen taking into account the specificities of the given project. I highlighted the importance of change and risk management and their effects on the completion of the project.

Irodalomjegyzék

1. 2020: az áttörés éve (www.villanyautosok.hu, 2020.11.01)
2. PMI: Projektmenedzsment útmutató (Akadémia Kiadó, 2019)
3. Schupak, A. (2013). A healthy hybrid. *PM Network*, 27(6), 54–59.
4. Hobbs, B. & Petit, Y. (2017). Agile Methods on Large Projects in Large Organizations. *Project Management Journal*, 48(3), 3–19.
5. Görög M. (2001) Projekt menedzsment.
6. Görög M. (1996): *Általános projektmenedzsment*. Budapest, Aula Kiadó.
7. Görög M. (2007): *A projektvezetés mestersége*. Budapest. Aula.
8. Robert K. Wysocky (): *Effective project management*
9. M. Bosch-Rekveltd, Y. Jongkind, H. Mooi and A. Verbraeck: Grasping project complexity in large engineering projects: the TOE (technical, organizational and enenvironmental) framework (*Internation journal of Project Mangement vol. 29 no. 6 pp. 728-739, 2011*)
10. Salinas, E. M. & Boyne, L. (2012). Hybrid waterfall agile development for the federal space. (*Paper presented at PMI® Global Congress 2012—North America, Vancouver, British Columbia, Canada. Newtown Square, PA: Project Management Institute*)
11. Kundra, Vivek (2010):. 25 Point Implementation plan to reform federal information technology management
12. Aggteleky Béla-Bajna Miklós: *Projekttervezés, Projektmenedzsment KözDokRt*. Budapest, 1994
13. Baranyi R.: *Projektmenedzsment a gyakorlatban - avagy hogyan segítheti a stakeholder analízis a projekt előrehaladtát, jobb eredmények elérését*. In: Tavasz Szél konferenciakiadvány 2007. Budapest, Magyarország, 2007.05.17-2007.05.20. Budapest: pp. 208-213.
14. Pataki B, Sebestyén Z, Pádár K.: *A projektmenedzsment és a változásmenedzsment szerepelméleteinek összehasonlító elemzése. (Miskolci Egyetem Gazdaságtudományi Kar VIII. Nemzetközi Konferencia, Miskolc-Lillafüred, 2011. május 19-20. Miskolc-Lillafüred, Magyarország, 2011.05.19-2011.05.20. (Miskolci Egyetem) Miskolc: Miskolci Egyetem Gazdaságtudományi Kar, pp. 1-15.)*

15. Griffin, C. & Roldan, M. (2013). Swimming up the waterfall: agile processes in a waterfall world. (*Paper presented at PMI® Global Congress 2013—North America, New Orleans, LA. Newtown Square, PA: Project Management Institute.*)
16. Shenhar, A., Dvir, D., Lechler, T., & Poli, M. (2002). One size does not fit all—true for projects, true for frameworks. Paper presented at PMI® Research Conference 2002: Frontiers of Project Management Research and Applications, Seattle, Washington. Newtown Square, PA: Project Management Institute.
17. Thamhain, H. J. (2013). Managing risks in complex projects. *Project Management Journal*, 44(2), 20–35.
18. Millhollan, C. (2008). Scope change control: control your projects or your projects will control you! Paper presented at PMI® Global Congress 2008—North America, Denver, CO. Newtown Square, PA: Project Management Institute.
19. Chris Chapman and Stephen Ward: *How to Manage Project Opportunity and Risk (2011)*
20. Kaye Remington and Julien Pollack: *Tools for Complex Projects (2007)*
21. J. Rodney Turner and R. A. Cochrane: *Goals and methodes matrix (1993)*
22. David J. Snowden and Mary E. Boone: *A Leader's Framework for Decision Making (2007)*