

A

P R O J E K T M E N E D Z S M E N T

mint vezetési koncepció alkalmazása

Készítette : Kelemen Tamás

PROJEKTMENEDZSMENT	4
PROJEKT	4
CÉLKÉPZÉS	6
ÉRTÉKELESI PROBLÉMÁK	7
MONETÁRIS GAZDASÁGOSSÁGI SZÁMÍTÁSOK	7
BELSŐ KAMATLÁB MÓDSZER	7
AMORTIZÁCIÓSZÁMÍTÁS	7
NEM-MONETÁRIS GAZDASÁGOSSÁGI SZÁMÍTÁSOK	8
ÉRTÉKELEMZÉS	8
RÁFORDÍTÁS BECSLÉSE	10
A MEGFELELŐ MÓDSZER KIVÁLASZTÁSA	11
A PROJEKTTEAM BEILLESZTÉSE A VÁLLALATI HIERARCHIÁBA	12
A PROJEKTMENEDZSER FELADATAI:	18
A PROJEKTTEAM ÖSSZEÁLLÍTÁSA	22
A PROJEKTTEAM FELADATAI:	24
TEAMMUNKA SORÁN FELMERÜLŐ PROBLÉMÁK	25
KONFLIKTUSOK ÉS MEGOLDÁSUK A SZERVEZETBEN	26
A PROJEKTEK MEGTERVEZÉSE	30
PROJEKTFÁZISOK	30
PROJEKTSTRUKTÚRA	35
A PROJEKTSTRUKTÚRATERV CÉLJA ÉS FELÉPÍTÉSE	35
MUNKACSOMAGOK KIALAKÍTÁSA	35
A PROJEKTSTRUKTÚRATERV TÍPUSAI	36
A PSP ALKALMAZÁSA	36

KLASSZIKUS PROJEKTMENEDZSER PROBLÉMÁK	37
<u>A PROJEKTMENEDZSMENT ESZKÖZRENDSZERE</u>	37
HÁLÓTERVEZÉSI ELJÁRÁSOK	37
CPM TÍPUSÚ HÁLÓSZERKESZTÉS	38
MPM HÁLÓTERV	47
SZTOCHASZTIKUS HÁLÓTERVEZÉSI ELJÁRÁSOK	55
PERT - MÓDSZER	55
GERT - MÓDSZER	55
KAPACITÁSTERVEZÉS	58
PROJEKTIRÁNYÍTÁS	59
A PROJEKT LEZÁRÁSA	60

Projektmenedzsment

A projektmenedzsment egyrészt vezetési koncepció, másrészt vezetői „eszköz” mely több szakterületet átfogó feladatok megoldásánál teszi lehetővé a tervezési-, irányítási- és döntési folyamatok koordinálását.

Rendszerszemléletű alkalmazása a

- Szervezéstudomány, szervezési technikák,
- Vezetéstudomány,
- Informatika,
- Döntéstudomány,

kipróbált és bevált eljárásainak.

A projektmenedzsment fogalmának pontosabb megértéséhez érdemes külön-külön definiálni mindkét szóösszetevőt.

Projekt

Ahhoz hogy egy tervet projektként definiálhassunk az alábbi kritériumoknak kell teljesülniük:

- kitűzött, létező projektcél(ok), függetlenül ez(ek) éles vagy kevésbé éles megfogalmazásaitól;
- konkrét határidő;
- adott költségkeret;
- a feladat interdiszciplináris jellege, mely szakterületeket átfogó koordinációt tesz szükségessé;
- nagymértékű komplexitás;
- a feladat viszonylagos újszerűsége mely jól elkülönül a rutinfeladatoktól;
- viszonylag magas kockázat.

A menedzsment szó definiálására igen bőséges szakirodalmi anyag látott már napvilágot.

Egyben azonban megegyeznek a vélemények. Eszerint meg kell különböztetni a menedzsment intézményét és funkcióját. Az *intézmény* formailag a szervezeti felelősöket, tartalmilag az üzemi vagy vállalati hatalom tényleges birtokosait jelenti.

A *funkcionális* tartalom szerint a menedzsment ismérve hogy :

- stratégiákat és célokat határoz meg és ezeket követi,
- döntéseket hoz,
- információáramlást teremt meg illetve befolyásol,
- szociális kapcsolatokat hoz létre és alakít,
- ezen szociális kapcsolatokat alkotó személyekre úgy hat, hogy a meghozott döntéseit megvalósíthassa.

A projektmenedzsment tehát egy olyan vezetési koncepció mely a projekt kritériumainak megfelelő terveket a célok kitűzésétől kezdve a megvalósítás befejezéséig önállóan, a megfelelő **hatáskör** és üzemi vagy vállalati **hatalom delegálása** mellett valósítja meg.

Általában négy nagy csoportba sorolhatjuk a tipikus projekteket. Úgy mint

- K+F projektek pl. új termék vagy rendszer kifejlesztése és bevezetése stb.
- Gyártási projektek pl. műholdfejlesztés, egyedi gyártás stb.
- Szervezési projektek pl. jelentős üzemátszervezés, fuzionálás vagy felszámolás, választási kampány stb.
- Építési projektek pl. új üzem építése, stb.

Ezen projektek tervezése és megvalósítása azzal jár, hogy a napi feladatok végzéséhez szokott menedzsment adott esetben nagyon sok különböző problémával néz szembe amelyekkel a rutinszerű tevékenysége folytán nem, vagy alig találkozott. Ezért célszerű ha ezen feladatokkal erre kiválasztott személyek foglalkoznak, azaz egy **projektteam** kerül összeállításra.

A team összeállítása - melynek során számos emberi és szakmai tulajdonságot, kell mérlegelni - persze nem egyszerű feladat amire később még visszatérünk.

Célképzés

Hogyan találjuk meg a projektcélt?

- Minden projekt kezdetén ott egy (projekt)ötlet,
- A (projekt)ötlet meglévő igényeken és létező lehetőségeken alapul.
- A megfelelő helyen fel kell ismerjék a projekt létjogosultságát, és a céltervezést engedélyezni kell.
- A céltervezés a projekt egy fontos fázisa.
- Rossz célkonceptió, rossz eredményhez vezet.
- A céltervezés interdiszciplináris feladat.
- A céltervezés nem „pillanatfelvétel”, hanem egy szisztematikus felépítés során alakul ki, úgymint

Helyzetelemzés;

Problémadefiniálás;

Cél megfogalmazása;

Célfaktorok, célrendszer meghatározása;

Projekt definiálása;

Projekt-leírás;

Céldöntés;

Követelménylista;

„Kötelemfüzet.

Értékelési problémák

Egy projekt mellett vagy ellene szóló döntés meghozatala során, illetve projektalternatívák közötti választás esetén mindig felmerül a kérdés, hogy mi a projekt „haszna” és hogyan lehet ezt értelmezni? Az értékelés monetáris és nem-monetáris gazdaságossági számítások segítségével történhet.

Monetáris gazdaságossági számítások

Belső kamatláb módszer

A belső kamatláb módszer összehasonlítja a projekt során felmerült kiadásokat a projektből az elkövetkező években befolyó bevételekkel. A belső kamatláb az a kamat, amelynél az összes bevétel diszkontált összege (a projekt eredményének használata alatt), megegyezik az összes projektkiadással.

$$-A_0 + c_1(1+i)^{-1} + c_2(1+i)^{-2} + \dots + c_n(1+i)^{-n} = 0$$

Amortizációs számítás

A belső kamatláb olyan elemeket is figyelembe vesz, melyek a távoli jövőben következnek be, így jó adag bizonytalanságot visznek a rendszerbe. Ezért sokszor előnybe részesítik az amortizációs időt. Ez azt az időtartamot jelenti, amely alatt a projekt összes bevétele = a projekt összes kiadásával (fedezeti pont). A módszer előnye, hogy jól tervezhető elemekkel operál, melyek a nem túl távoli jövőben következnek be.

Nem-monetáris gazdaságossági számítások

Értékelemzés

Értékelemzést akkor kell alkalmazni, amikor nem állnak rendelkezésre jól mérhető gazdaságossági jellemzők és a projektet inkább funkcionális hasznossága semmint kizárólag gazdasági szempontok alapján kell minősíteni. Itt műszaki, ergonómiai, kommunikatív és szervezeti jellemzők esnek a projekt értékelése során a latba. Az értékelemzés során a lehetséges alternatívákat a döntéshozó által definiált értékelési kritériumok alapján különbözőképpen súlyozzák. Végül a lehetséges projektekre e szempontok alapján a részhaszonértékeket kiszámítva és összesítve az alternatívák sorba rendezhetők és a legalkalmasabb kiválasztható.

<i>Sor</i>	<i>Értékelési. Krit.</i>	<i>Súly</i>	<i>Célelés</i> <i>Alternatíva 1</i>	<i>Részhaszon-</i> <i>érték</i>	<i>Célelés</i> <i>Alternatíva 2</i>	<i>Részhaszon-</i> <i>érték</i>
1	Gyorsaság	0,25	1	0,25	2	0,50
2	Aktualitás	0,10	1	0,10	2	0,20
3	Biztonság	0,40	2	0,80	1	0,40
4	Átállási kockázat	0,05	2	0,1	1	0,05
5	Karbantartás	0,20	1	0,20	2	0,40
6	Haszonérték össz.			1,45		1,55
Rang				<u>2</u>		<u>1</u>

Projektmegbízás

A projekten csak akkor szabad elkezdni dolgozni, ha egy egyértelmű projektmegbízás írásba lett adva. Ehhez a felelős egy projektkérelmet nyújt be, mely szerződés jelleggel bír mind a projektre megbízást adó, mind pedig a megbízást elvállaló fél számára. A projekt megbízás az alábbi adatokat tartalmazza:

1. A projekt neve;
2. A terv rövid leírása;
3. A projekt azonosítási száma;
4. A projekt vezetője / részprojekt vezetője;
5. Egyéb megbízottak (partnerek);
6. Tervezett személyi ráfordítások;
7. Költségkeret;
8. Mérföldkövek, ellenőrzési időpontok;
9. Befejezés határideje;
10. Kockázatok;
11. A megbízást elvállaló aláírása;
12. A megbízást adó aláírása.

Minden olyan változást, mely a projekt során ezen pontok bármelyikét érinti, ebben a „projektszerződésben” módosítani, vagy kiegészíteni kell. Ezen a formális szerződésen keresztül a felelősség egyértelműen és pontosan szabályozott.

Ráfordítás becslése

Ez a folyamat elsősorban a projektcontrolling alapjául szolgál. Célja kettős:

1. A befektetési döntés támogatása

Költségekalkuláció,

Költség – haszon elemzés,

Kérdés feltevése: mi vagy más csinálja-e meg?

2. A tervszámok meghatározása

Az egész projektre

Projektrészekre

A szükséges ráfordítások becslésének módszerei:

Algoritmikus módszerek

Faktor- és súlyszám modellek,

Paraméteres eljárások

Összehasonlító módszerek

Analógiamódszer,

Adatbank-módszer,

Relációs módszerek.

„Mérőszám” módszerek

Szorzási eljárások,

Termelékenységi módszerek,

Százalékérték eljárások.

Egyéb módszerek

Alulról felfelé,

Felülről lefelé

Szakértői megkérdezések

Egyszeres megkérdezés,

Többszörös megkérdezés,

Delphi – módszer.

A megfelelő módszer kiválasztása

Minden olyan modell, mely tapasztalati adatbankon alapul (és ilyen adatállomány létezik), az már a projekt előkészítési szakaszában is jól használható. Egyéb módszerek alkalmazásához meg kell tervezni a folyamatot.

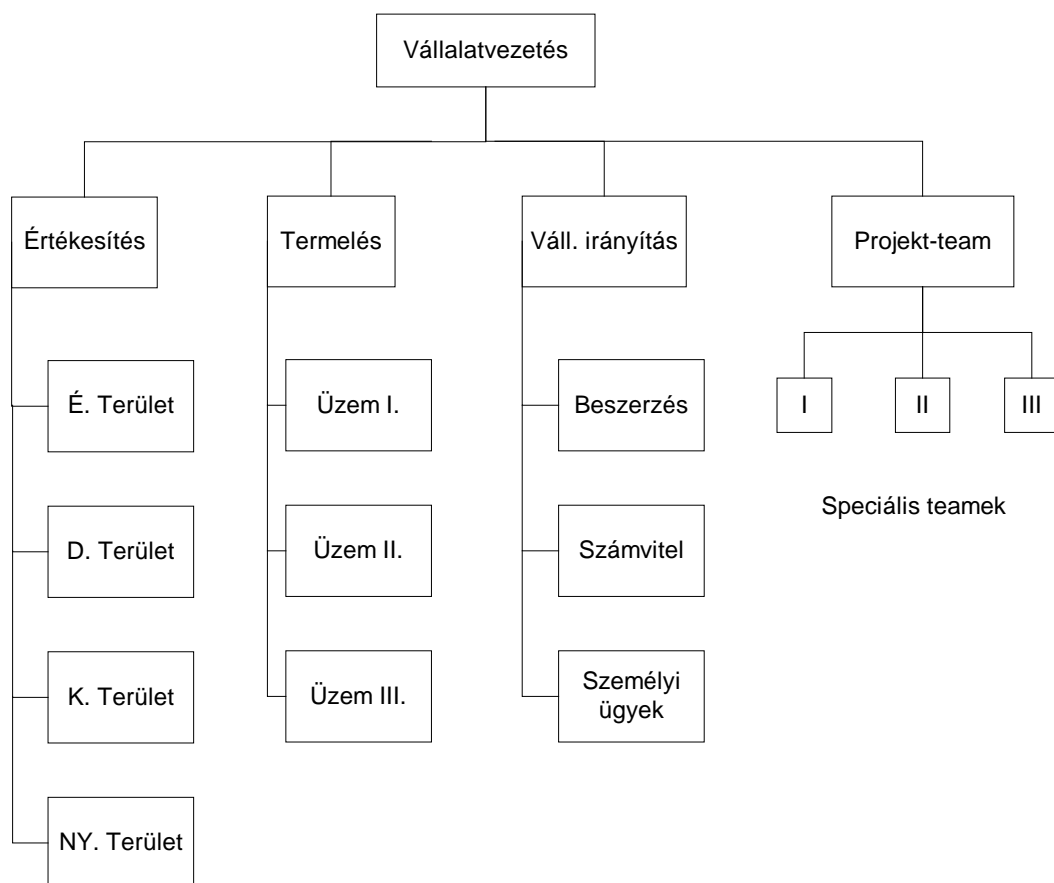
A kiválasztás kritériumai:

- Gyors,
- Egyszerű,
- Arányos ráfordítás,
- A becsléshez szükséges erőforrások,
- Részprojektek becslése,
- Az egész projekt becslése,
- Megfelelő módszer megfelelő időben,
- Az eljárás objektivitása,
- A becslés eredményének minősége.

A projektteam beillesztése a vállalati hierarchiába

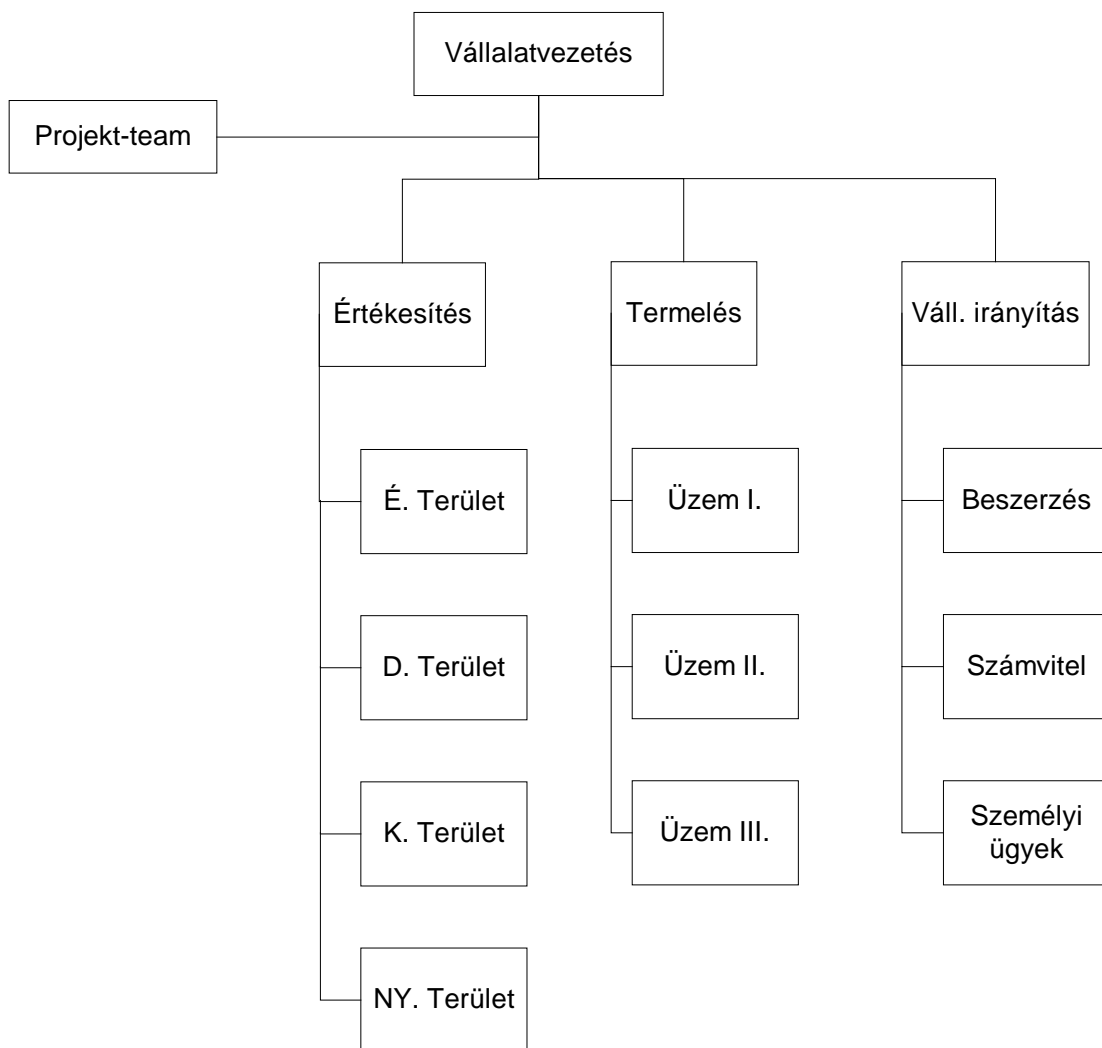
A projektben résztvevő munkatársakat természetesen egyrészt el kell különíteni a rutintevékenységet végző munkatársaktól hogy csak az adott feladatra koncentráljanak, másrészt be kell illeszteni a vállalati hierarchiába hogy a cég erőforrásait (ki)használhassák. Ez persze szinte minden esetben konfliktusforrást is teremt a projektteam és a többi, a megszokott rutintevékenységet végző munkatárs között főleg a szűk keresztmetszeteket jelentő eszközök igénybevételénél. A projektek illetve projektteamek beillesztése a szervezeti struktúrába többféleképpen történhet. A leggyakoribb formák :

1. tiszta projektmenedzsment,



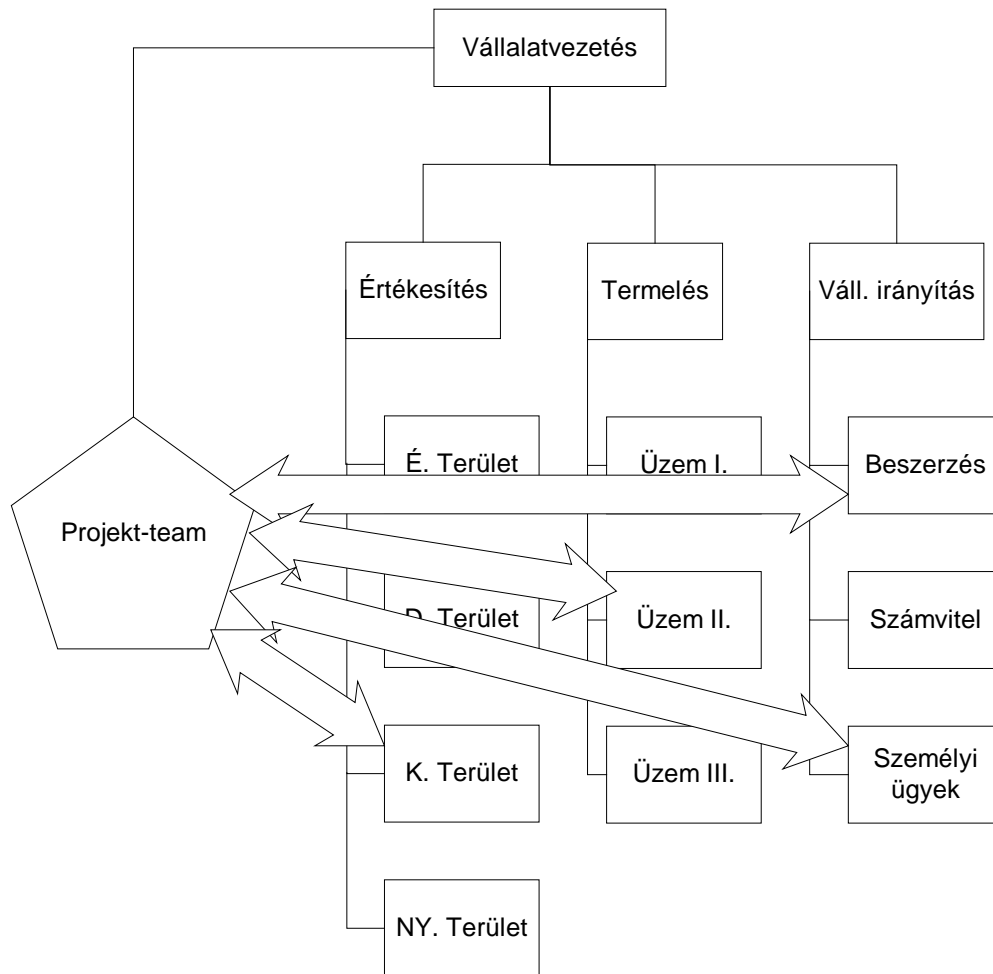
Ezt a formát ott találjuk leginkább ahol tipikusan projektekben gondolkodnak mint pl. építő ill. kivitelező vállalatok, szoftverházak, fejlesztő intézetek.

2. a projektmenedzsment mint törzsegység,



Ilyen formában valósulnak meg projektek lineáris szervezeti formában működő („hagyományos”) vállalatoknál ahol a különböző projektek eseti jelleggel és nem rendszeresen fordulnak elő.

3. mátrix-projektmenedzsment.



Ezt a formát két esetben célszerű alkalmazni. Az előbbi, azaz lineáris szervezeti forma esetén ha a projektek már nem eseti jelleggel, hanem többé - kevésbé rendszeresen kerülnek megvalósításra, vagy ha a vállalat maga is mátrix szervezeti formában működik. A különböző szervezeti megoldásoknak persze más más előnyei illetve hátrányai vannak melyek az alábbi táblázatban kerülnek tömören összefoglalásra.

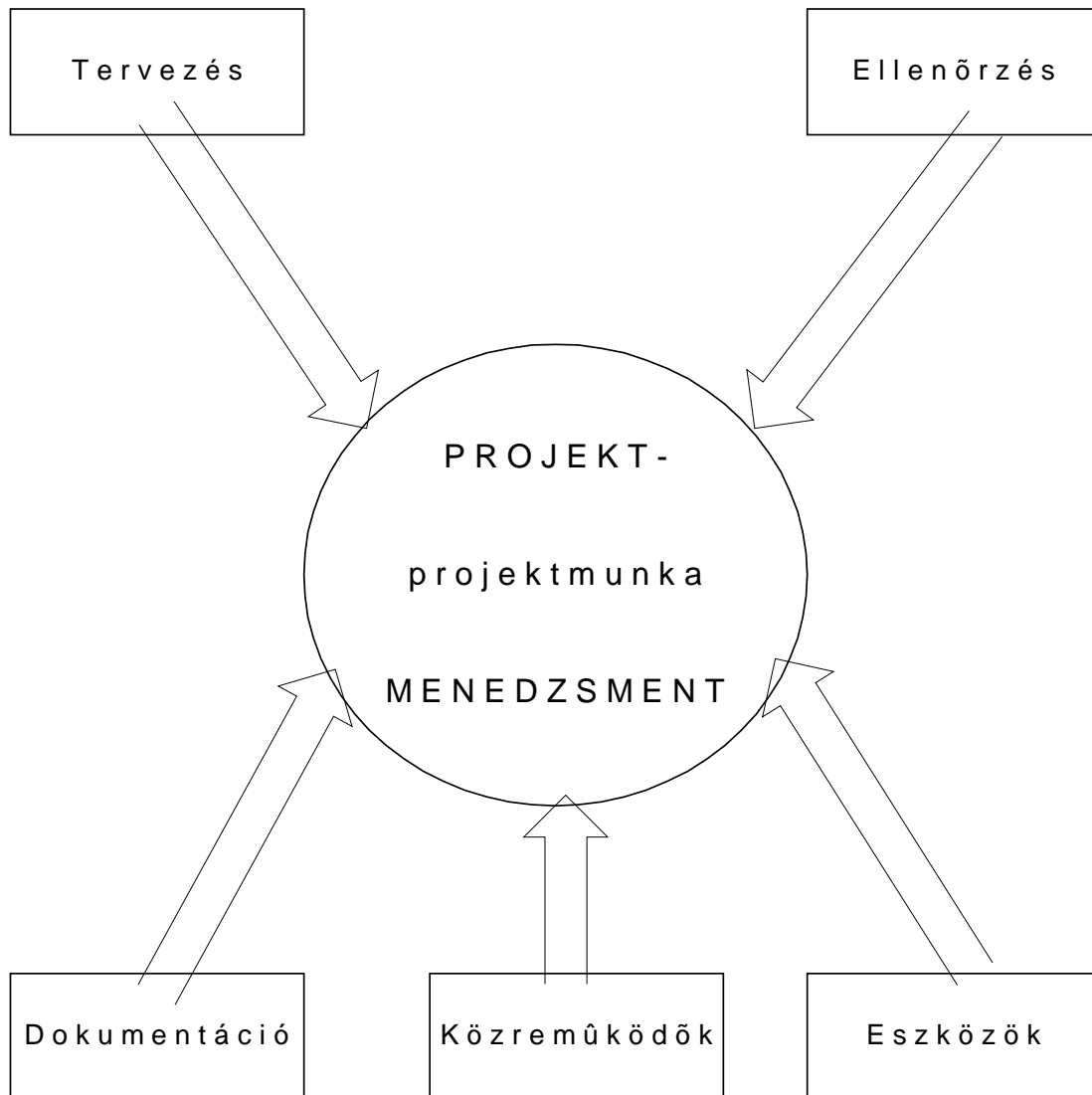
Típus	Előnyök	Hátrányok
tiszta projektmenedzsment	világos és egyértelmű felelősség kompetencia	merev szervezeti forma magas általános költségek nehézkes a csak korlátozott időre szükséges szakértők beillesztése
projektmenedzsment mint törzsegység	a projektteam beillesztése a szervezetbe különösebb nehézség nélkül lehetséges az emberi erőforrások rugalmas kezelése	hiányzó utasítási jogkörök a projekt vezetője mentesül a teljes felelősség alól
mátrix-projektmenedzsment	a projektben dolgozók rugalmas alkalmazhatósága a projektvezető szakmai felelőssége	nehézkes a hatáskörök elhatárolása gyakoribb konfliktusok

A megfelelő forma kiválasztása nagyon fontos a hatékony projektmunka végzése érdekében. Ehhez kíván segítséget nyújtani a következő összefoglalás mely a szervezési oldalról legfontosabb jellemzőket mutatja be az említett három szervezeti megvalósítás esetében.

Szervezeti formák	Tiszta projektmenedzsment	Projektmenedzsment mint stábfunkció	Mátrix - projektmenedzsment
Kritériumok			
utasítási jogkör	a váll.vezetés és a projektet vállalók azonossága miatt világosan és egyértelműen szabályozott	a projektmenedzser utasítási jogköre csak a főállású, állandó teamtagokra terjed ki.	a projektmenedzser utasítási jogköre csak a főállású, állandó teamtagokra terjed ki.
kompetencia	a szervezeti forma által már eleve szabályozott és így már meghatározott	a szervezeti forma által már eleve szabályozott és így már meghatározott	szükséges, hiszen a projektben résztvevő munkatársaknak két főnökük van, a szervezeti struktúrában betöltött pozícióból adódóan a projektben betöltött helynek megfelelően
felelősség	teljes súllyal a projektmenedzser vállán	csak részben lehet felelős hiszen a szükséges hatáskör hiányzik	a projektért a projektmenedzser felel, de nem az „összmunkáért”
a megbízó támogatása	mindenekelőtt az indulásnál fontos és szükséges	állandóan szükséges	esetenként, a konfliktusok során azonban feltétlenül szükséges
nem állandó projekt munkatársak részvétele	gondot jelent a beillesztésük, ezért nagy valószínűséggel ilyen munkatársakról	szükséges, és könnyen beilleszthetők	problémamentesen beilleszthetők

Szervezeti formák	Tiszta projekt- menedzsment	Projekt- menedzsment mint stábfunkció	Mátrix - projekt- menedzsment
Kritériumok	lemondanak		

A projektmenedzsment összetevői :



A projektmenedzser feladatai:

A projektmenedzser legfontosabb teendői hogy a célok ismeretében definiálja a feladatokat, tervezze meg a projekt megvalósítását, becsülje meg a szükséges ráfordításokat, időtartamot, költségkeretet.

Le kell határolja egymástól a különböző részterületeket, szét kell osztania a feladatokat.

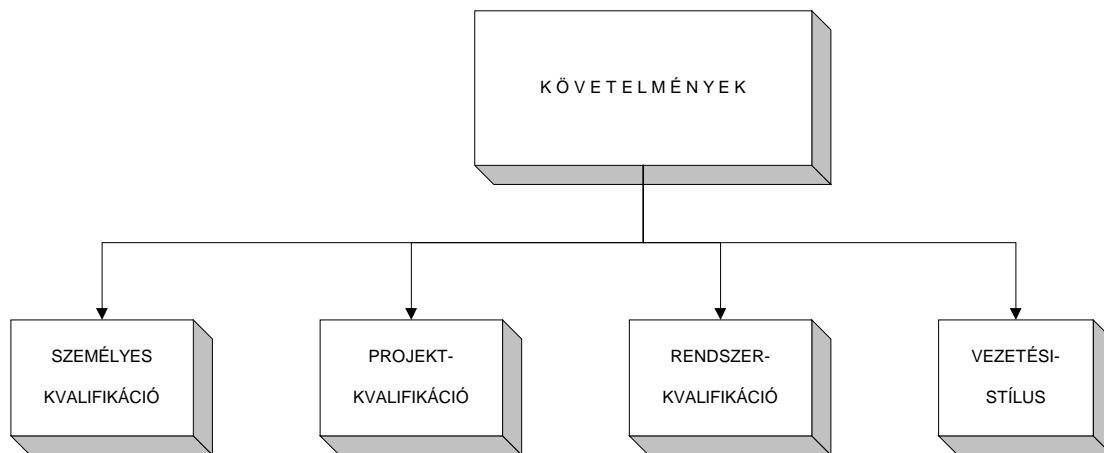
Meghatározza az alkalmazandó módszereket, eljárásokat.

Koordinálja a projektteam,
szakmai részlegek (osztályok),
külső tanácsadók munkáját.

Ellenőrzi a projekt előrehaladását,
minőséget,
határidőket,
költségeket,
változásokat.

- Ismerje fel a lehetséges szűk keresztmetszeteket és kockázatokat.
- Dolgozzon ki alternatív megoldásokat legalább elvi szinten.
- Dokumentálja mind a menedzsment, mind pedig a szakmai munkát.
- Gondoskodjon a projekt megvalósításához szükséges eszközök beszerzéséről (hardware/software, laboratórium, tesztpálya stb.).
- A projekt irányítása és együttműködés a megbízóval.

A következőkben foglaljuk röviden össze, hogy milyen követelményeket kell támasztani egy projektmenedzserrel szemben.



Személyi kvalifikáció

A személyes kvalifikáció keretében egy projektmenedzsernek az alábbi képességekkel kellene rendelkezni. A sorrend nem fontossági szempont szerint készült:

- csapatszellem,
- kezdeményezőkézség,
- kreativitás,
- kapcsolatteremtőkézség,
- tárgyalókésztség,
- megbízhatóság,
- döntési képesség,
- a megvalósítás képessége.

Projektkvalifikáció

A projektkvalifikáció magában foglalja a szervezési módszerekre és technikákra vonatkozó ismereteket és tapasztalatokat. Ez azt jelenti, hogy a leendő projektmenedzserrel szemben e téren igen szigorú mércét kell felállítani. A projektmenedzsernek ugyanis kell hogy legyen tapasztalata a projektmunkában. Ettől függetlenül nagyon sokszor meg kell alkudni, hiszen nem mindig áll rendelkezésre ilyen kvalitású munkatárs, amiktől persze a projekt még lehet sikeres.

Rendszerkvalifikáció

Ez azt jelenti, hogy a projekt irányítója rendelkezik a projektfeladattal kapcsolatos ismeretekkel és tapasztalatokkal, azaz tudja hogy mit kell megvalósítani. Azt mindenképp hangsúlyozni kell, hogy ez a kvalifikáció a legkevésbé szigorú mérce az összes közül, ami első látásra kissé hihetetlennek tűnik, de a magyarázata egyszerű. A feladat megoldásában a projektmenedzsernek kisebb szerepe van (hiszen erre hozzák létre a projektteamet), sokkal inkább a megoldási folyamat feltételeinek biztosításában, a projektben résztvevők kiválasztásában, a projekt ellenőrzésében. Megalapozott ismeretek megléte a megvalósítandó rendszerrel kapcsolatban természetesen támogatólag hat, de ez nem abszolút szükségesség.

Vezetési stílus

A projektmenedzser határozza meg a csoportban a vezetési stílust, melynek túlnyomóan kooperatívnak kell lennie. Egy pár alapszabályt azért érdemes röviden áttekinteni.

- Az ember álljon a középpontban.
- A „nyitott kapuk” elve érvényesüljön, azaz a projektben dolgozó bármely kolléga bármikor beszélhessen a projekt vezetőjével.
- **Nincsenek** előre meghatározott információs utak azaz **szolgálati út**, hanem minden információ közvetlenül áramlik.
- A vezetés fő eszköze a meggyőzés és az érvelés legyen.
- Az **eredmény** ellenőrzése az **eljárás** vagy **módszer** ellenőrzése helyett.
- Az egyéni kezdeményezés és felelősség támogatása.
- Különleges teljesítményeket különlegesen kell értékelni és honorálni.
- A team minden munkatársának legyen világosan elhatárolt a feladata, hatásköre és felelőssége.

A sikeres projektmenedzsment három „oszlopa”:

1. A projektmenedzsment szakmai aspektusainak alkalmazásszintű ismerete (szervezés, módszertan, eszközök).
2. A projektmenedzsment emberi aspektusainak figyelembe vétele, különösen a teammunka tekintetében valamint a kooperáció során együttműködőkkel és érintettekkel.
3. A topmenedzsment és az érintett egység vezetőinek azonosulása a projektcélokkal és a projektmenedzsment módszereivel; azaz a projektmenedzsment a kompetencia és felelősség egyfajta „*stratégiai delegálása*” a vállalatvezetés részéről a projektmenedzser(ek) felé.

A projektteam összeállítása

Projektteamnek az olyan munkacsoportot nevezzük, mely különböző szakterületek képviselőiből tevődik össze konkrét probléma megoldására, vagy jól meghatározott feladat elvégzésére. Munkájukra nem a hierarchikus jelleg, hanem a „demokratikus” stílus a jellemző. A team minden tagja tudatában van annak, hogy a feladat csak mindannyiuk produktív együttműködésével oldható meg sikeresen. A projektteamek mind a teamek számát mind pedig a teamekben részt vevő munkatársak számát vagy személyét illetően lehetnek fixen meghatározott, vagy változó összetételűek.

Zárt projektteam esetén a team úgy kerül összeállításra, hogy sem számában sem a tagok személyében nem terveznek változást a projekt befejezéséig. Ennek az az előnye, hogy a tagok egyre jobban összeszoknak, saját munkamódszert és információs utakat alakítanak ki, alkalmazkodnak egymáshoz. Kialakul a kettős felelősség érzése, ami azt jelenti, hogy minden teamtag a saját munkája iránti felelőssége - azaz a tudat hogy az ő munkája mennyire fontos az egész team munkájának sikeréhez - kiegészül magának a teamnek a felelősségével, ami annak tudatosulását jelenti, hogy a projekt befejezése után - akár sikeres akár sikertelen volt is az - a felelősség vagy dicsőség sosem valamely teamben részt vett személyhez kötött hanem magához a teamhez. Ha tehát egy projekt kudarcba fullad, hiába mondaná valaki a teamtagok közül, hogy „hát kérem ez nem rajtam múlt mert én a saját területemen mindent megtettem”. Természetesen a sikert sem sajátíthatja ki egyik teamtag sem.

Nyitott projektteam esetén a projekt előrehaladása során a team mind összetételben, mind pedig számban is változhat. Ez azzal az előnnyel jár, hogy minden projektfázisban egy számában és személyében optimális összetételű team dolgozhat tovább az előző fázis(ok) eredményeit felhasználva illetve továbbfejlesztve. Ekkor az előző pontban említett alkalmazkodás kevésbé valósul meg. Itt fordul elő általában, hogy ha egy későbbi fázisban csatlakozott munkatárs nem tud megbirkózni a részére kijelölt feladat megoldásával, akkor hajlamos a

már korábbi fázisok eredményét kétségbe vonni és annak hibás voltában keresni saját kudarcának okát. Egyes esetekben főleg többéves és nagyon komplex fejlesztési projekt esetén a projektmenedzser személye is többször változhat, így pl. a fejlesztés irányának meghatározásánál lehet egy marketingszakember, későbbi fázisban az adott termék tervezésében jártas mérnök, a gyártástervezés során egy technológus, azután a piaci bevezetés idején megint egy marketingszakember stb. Ez természetesen alaposan megkavarja a felelősség kérdését, amit úgy lehet „tisztába tenni” hogy a különböző fázisok lezárását illetve a soron következő elkezdését nagyon alapos elemzéssel és értékeléssel kell összekötni, amelyet a projektteammel együtt kell a felső vezetésnek elvégezni.

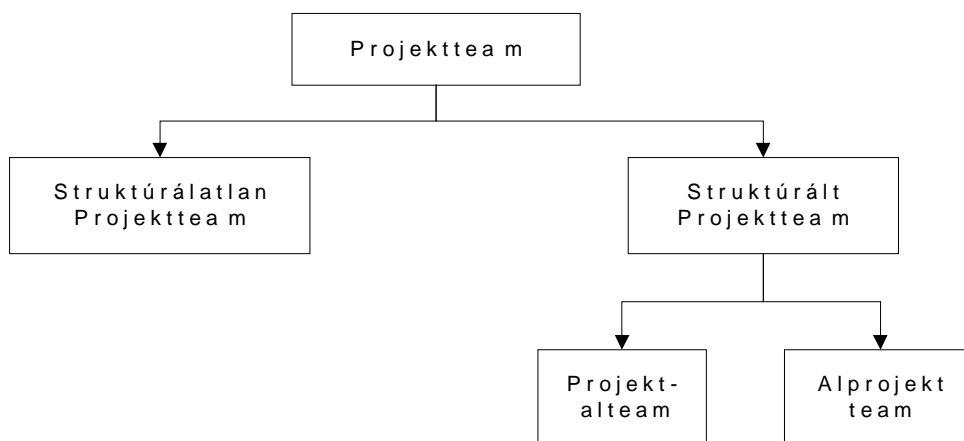
Típusát tekintve a team lehet belső (azaz csak a vállalat szakembereiből összeállítva), vagy külső (a tervezés, ellenőrzés, esetleg a kivitelezés külső cég(ek) által történik), vagy pedig vegyes (a projektteam mind vállalati mind pedig külsős munkatársakból kerül összeállításra).

A teamtagok számát illetően nincsenek fix előírások. Ugyanakkor a team összeállításakor feltétlenül figyelembe kell venni, hogy a teamen belül demokrácia uralkodik, azaz bárkinek bármikor beszélnie kell tudni a team többi tagjával, ha a projekt előrehaladásához ez szükséges. Ebből következik, hogy a teamtagok számának meghatározásához elsősorban a teambeli kommunikációs ráfordítás lesz döntő jelentőségű. A teammunkának addig van értelme, amíg mindenki mindenkivel kommunikálni tud. Mihelyt ez nem lehetséges a tagok nagy száma miatt, akkor teamen belüli időszakos információhiány lép fel, ami egyes tagok munkáját természetesen hátrányosan befolyásolja. Ennek a következménye viták kialakulása, valamint a teamen belüli alkotói légkör megromlása, később esetleg a megszűnése lesz. Ezek után a projekt nagy valószínűséggel kudarccal fog végződni. A kommunikációs kapcsolatok száma (N) a teamtagok számának (n) függvényében az alábbi ismert összefüggéssel határozható meg:

$$N = \frac{n(n-1)}{2}$$

Ez azt jelenti, hogy egy tíz tagú team esetén a lehetséges kapcsolatok száma 45, ami már áttekinthetetlen és követhetetlen, vagyis a teamben dolgozó munkatársak nem képesek minden - a többi munkatárs munkája által bekövetkezett - változást időben követni és saját munkájuk során ezt figyelembe venni. Ezért nagy létszámú team létrehozása felesleges mert a sikeres együttműködés és így a projekt sikerének valószínűsége meglehetősen alacsony. Mindezek alapján egy hatékony team tagjainak száma célszerűen négy és hét között legyen.

A projektteam struktúráját tekintve különbözőképpen tagolódhat.



- Strukturálatlan teamet viszonylag kis projektek esetén érdemes összeállítani, akik maguk is megbirkóznak a probléma teljes körű megoldásával.
- Ha a feladat már túl nagy ahhoz hogy néhány ember minden részletet megtervezzen, akkor a projektteamet alteamokra bonthatjuk pl. szakterületek szerint.
- Alprojektteamre akkor van szükség, amikor a megvalósítandó projekt komplexitása már olyan mérvű, hogy célszerű egymástól független részprojektekre bontani, melyeket szintén független teamek oldanak meg. Ilyenkor a koordinálás fontossága és nehézsége ugrásszerűen megnő.

A következő pontban röviden tekintsük át a projektteam feladatait.

A projektteam feladatai:

- Részletesen és részleteiben megtervezi a rábízott projektet és felügyeli annak lefutását.
- Koordinálja minden résztvevő együttműködését.
- Állandóan informálja a felső vezetést a projekt mindenkori állásáról, különösen problémák esetén.
- A projekt lefutását dokumentálja szakmai szempontok alapján; a határidők betartása vagy esetleges csúszásaiak valamint a költségek szempontjából.
- Vezeti és tanácsokkal segíti a projektben dolgozó többi munkatársat.
- Minden fázisban összeállítja a döntés-előkészítéshez szükséges dokumentációkat.

Sajnos a projektteam, a vállalat különböző szakmai részlegei (pl. beszerzés, marketing, technológia, termelésirányítás stb.) valamint egyéb, pl. külső cégek együttműködése korántsem zavartalan. Ennek oka az, hogy ami a projektteam számára egy izgalmas kreatív feladat, annak egyes részei a nem teamtagok számára -

jobb esetben - csak egy „egyszerű” hétköznapi rutinmunka, - rosszabb esetben - egy pluszterhelés a szokásos napi munkamennyiségen kívül. Ez számos problémát vet fel melyek általában a következők:

- hatásköri konfliktusok,
- szakemberhiány a különböző osztályokon,
- hiányos képzés,
- emocionális ellenállás az újjal szemben,
- a különböző osztályok és szolgáltató részlegek „nehezen értik meg egymást”,
- határidők és ezek betartása,
- információk és motivációk,
- hiányzik az azonosulás a céllal,
- a megbeszélések eredményének dokumentálása.

Teammunka során felmerülő problémák

1. Nem megfelelő csoportösszetétel;

Általános érvényű választ arra a kérdésre hogy ki alkalmas és ki alkalmatlan a csoportmunkára, nem adhatunk. Vannak ajánlások (pl. vitatkozó típus, ellendrukker, túl pedáns, egoista, magányos farkas stb.) melyet pszichológusok dolgoztak ki, de ezekkel azért óvatosan kell bánni.

2. Helyes csoportösszetétel esetén is alacsony hatékonyságú lehet a csoportmunka, ha:

A teamnek olyan feladatot kell megoldani, amit nem így kéne végezni;

A team korábbról ismert problémákat (és megoldásokat) vizsgál csak;

A team vezetőjében dominál az érvényesülési szándék;

A team megreked valamelyik fázisban.

3. További problémát okoz ha összekeveredik a problémamegoldás két nagyon fontos szakasza :

Az ötletgyűjtő („ötletelő”);

Az ötleteket kiértékelő és kimunkáló (megvalósító).

A két különböző szakasz eltérő gondolkodásmódokat követel meg. Az előbbi divergens, heurisztikus gondolkodást és az ezt támogató módszereket igényli, pl. NCM módszer, vagy más „Brainstorming” típusú technika; míg a második konvergens, leszűkítő, algoritmikus, lépésről lépésre haladó többnyire kauzális vagy morfológiai eljárást kíván.

Ezen problémák elkerüléséért mindig a csoport vezetője a felelős. A csoport minden tagja legyen tudatában az alapvető viselkedési normának, úgymint:

1. Semmi sem természetes. A vizsgált rendszer bármelyik eleme támadható. Ha valami nem védhető, akkor közösen kell rá megoldást keresni. Leggyakoribb kérdés:

Hát ez miért van? (Hogyan, Mitől, Miért / Mikor, Hol, Minek).

2. Senki sem sértődik meg. legfontosabb a teljesen szabad, fesztelen munka. A légkör nem válhat feszültté. Minden kérdést jó szándékúnak kell tekinteni, hiszen
„Amit sosem vontak kétségbe; az nincs bizonyítva” (Diderot).
3. Nincs buta kérdés. Minden kérdést logikusan kell megválaszolni, mert sokszor egy nagyon amatőr megjegyzés segít a leginkább. „Egy laikus kérdés gyakran közelebb visz a megoldáshoz számos szakértői javaslatnál” (Einstein).

Konfliktusok és megoldásuk a szervezetben

A kapcsolat típusa	Hatalmi, függőségi helyzet	A konfliktus leírása	Hatékony viselkedés a konfliktus megoldásáért	Eredmény
Hatalmi és függőségi	Egyenlő kontra egyenlő	Rejtett küzdelem, dzsungel harc	Hatalmi centrum felállítása, a csoportok egyesítése, szétválasztása	Termékeny feszültség, a csoportok nemes vetélkedése
	Nagy kontra kicsi	Az embergép modell	Szervezeti változások, autonómia növelése a kölcsönös függőség kiépítése mellett, a motivációs lehetőségek biztosítása	Az egyre nagyobbá váló kicsik egyre tevékenyebben vesznek részt a szervezet fejlesztésében (pl. minőségi körök)

A kapcsolat típusa	Hatalmi, függőségi helyzet	A konfliktus leírása	Hatékony viselkedés a konfliktus megoldásáért	Eredmény
	Nagy kontra közepes kontra kicsi	Szerepkonfliktusok	Vertikális feladatbővítés, nagyobb szankcionálási és jutalmazási lehetőségek biztosítása	Innovatív légkör kialakulása, a középvezetői réteg magáévá teszi a felső vezetés céljait
Tárgyalási	Egyenlő kontra egyenlő	„zéróösszegű” játszma	Közös érdekek kutatása, konszenzus vagy kompromisszum keresése	A csoportok nem érzik magukat halmozottan hátrányos helyzetűeknek
	Nagy kontra kicsi	Kicsik harca a nagyobb szelet tortáért	Képviselőkön keresztül történő tárgyalás	A kicsik, érdekeik érvényesítésével, jobb hangulatban dolgoznak
	Nagy kontra közepes kontra kicsi	Nagyobb döntési jogkör a költségvetést illetően	Magabiztos viselkedés	A nagyobb beleszólás, nagyobb felelősségérzetet kelt
Instrumentális	Egyenlő kontra egyenlő	Határterületi kompetencia viták	A koordináció és kommunikáció tokéletesítése	Felelősségek tisztázása, javuló együttműködés

A kapcsolat típusa	Hatalmi, függőségi helyzet	A konfliktus leírása	Hatékony viselkedés a konfliktus megoldásáért	Eredmény
	Nagy kontra kicsi	Az utasításokkal szembeni ellenállás, szabotázs	Közös döntéshozatal és részvétel, jobb kommunikáció	A vállalati szervezeti célokkal való azonosulás
	Nagy kontra közepes kontra kicsi	Nem egyértelmű feladat megosztásból, leírásból eredő viták	Kommunikáció tökéletesítése, a célok általi vezetés erősítése a középvezetői irányításban	Hatékony középvezetői réteg
Szocio- emocionális	Egyenlő kontra egyenlő	Ingerültség a személyes kapcsolatokban	A kölcsönös bizalom, és egymás elfogadásának növelése	Nő a csoportok közötti kooperációs készség
	Nagy kontra kicsi	Arrogáns és apatikus viselkedési formák, agresszivitás	Eltérő vezetési stílusok alkalmazása	Javul a viszony a dolgozók és a vezetők között
	Nagy kontra közepes kontra kicsi	Fölöslegesen fokozott stressz	A problémák megtárgyalása, az az összeütközések megszüntetése, az együttműködés megkezdése	Javul a középvezetői réteg közérzete

A projektek megtervezése

A projektmenedzser a team segítségével részleteiben is meg kell tervezze a projektet, aminek első lépése az ún. projektfázisok meghatározása. Ez egyrészt azért szükséges, hogy a projekt célját a különböző fázisokra lebontott alcélokban fogalmazza meg, másrészt a határidők tervezése és az erőforrások felosztása másként nem lehetséges.

Projektfázisok

Már régen felismerték hogy a projektek megvalósításánál azok típusától függetlenül, ugyanazokat a lépéseket kell követni a sikeres megvalósítás érdekében. Ez persze nem azt jelenti, hogy nem lehetnek a különböző projektszakaszok között azok súlyát tekintve akár jelentős különbségek is, de maga a megvalósítás ugyanazokból a szakaszokból tevődik össze. Ezeket a szakaszokat projektfázisoknak nevezzük, és pl. K+F projektek esetén az alábbi módon definiálhatók :

- Problémafeltárás és elemzés.
- Célmeghatározás.
- Szakmai, elvi megoldás leírása.
- Műszaki, technikai megoldás leírása.
- A rendszer komponenseinek előállítása.
- A rendszerkomponensek összefűzése a teljes rendszerré.
- A teljes rendszer vizsgálata.
- A rendszer bevezetése ill. beillesztése a célkörnyezetbe.
- A rendszer használata,
- A rendszer kivonása a használatból.

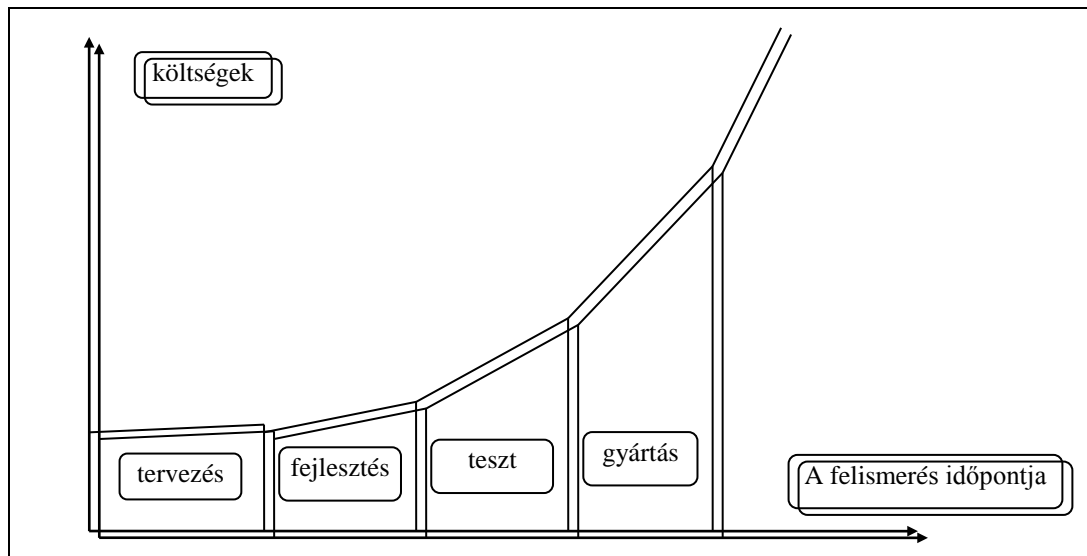
A következő táblázatban összefoglaljuk az egyes fázisok tartalmát és eredményét.

	<i>Fázis</i>	<i>Eredmény</i>	<i>A fázis tartalma</i>
Projekt előfázis	problémaelemzés	„kívánságlista” azt szeretnénk ha mindezt „tudná” a kifejleszteni kívánt termék	problémamegfogalmazás egy projektötlet vagy K+F feladat kiválasztása
Klasszikus K+F projekt	célképzés	„kötelelem” füzet ezeket kell tudnia a kifejlesztendő terméknek	problémaelemzés projektcélkitűzés
	konceptió fázis	„teljesítmény” leírás a termék vagy szolgáltatás megkívánt paramétereinek rögzítése	szakmai koncepció kidolgozása megvalósíthatósági vizsgálatok választás az alternatívákból
	specifikáció fázis	specifikáció/design	műszaki összkoncepció kidolgozása komponensek specifikációja
	fejlesztési fázis	prototípus/0-széria	komponensek előállítása komponensek összeállítása a rendszer tesztelése
Használat	előállítási,- gyártási vagy átállási illetve bevezetési fázis	Termék vagy szolgáltatás	felkészülés a sorozatgyártásra nullsorozat
	használat fázisa	termék	Gyártás, termékfejlesztés, technológiafejlesztés
	kifutás fázisa	termelés kifuttatása	gyártás befejezése,

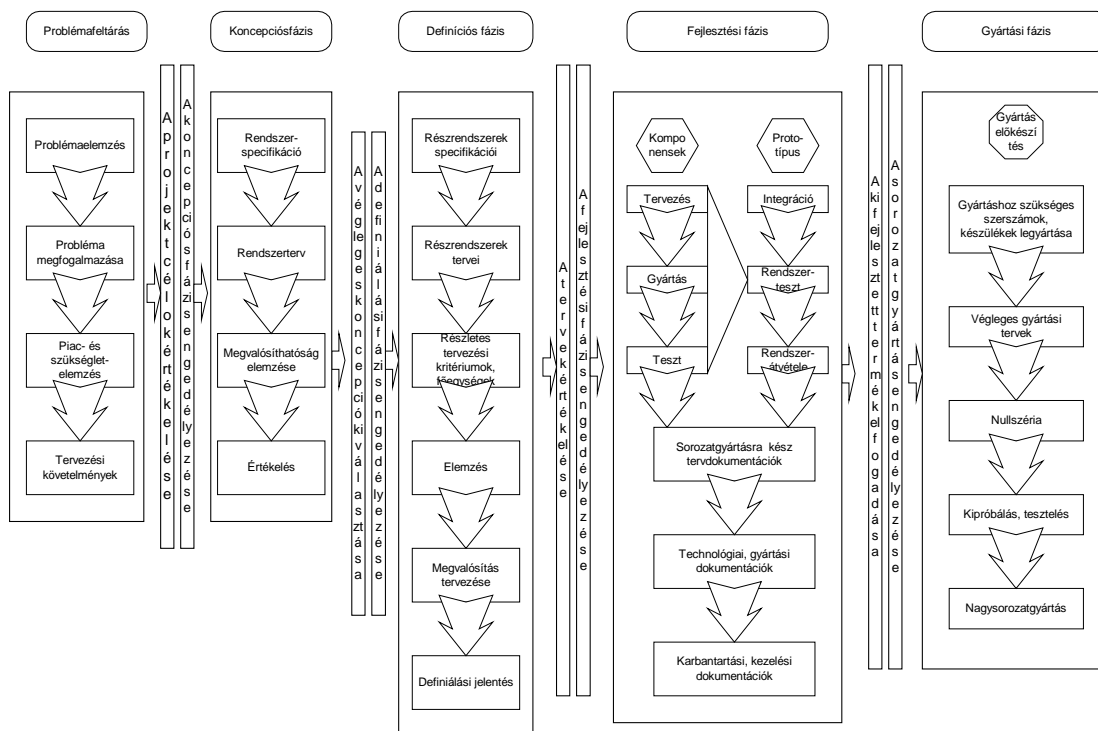
	<i>Fázis</i>	<i>Eredmény</i>	<i>A fázis tartalma</i>
			karbantartás

Nagyon fontos eleme a fázismodellnek, hogy minden fázis lezárása során feltétlenül értékelni kell az adott fázisban elért eredményt. Ezen értékelés az alapja a döntésnek mely engedélyezi a következő fázis megkezdését. Minderre azért van szükség, mert az esetleges hibás fejlesztési irányok minél később derülnek ki, a korrigálásuk annál többbe kerül, és ráadásul az esetek többségében ez a kapcsolat exponenciális, amit az alábbi kis ábra szemléltet. Ilyen eset lehet az is amikor a konkurencia lép piacra egy olyan termékkel amelynek a fejlesztési munkáit még éppen csak megkezdtek. Ebben az esetben a vállalatvezetésnek kell meghozni a döntést a projekt leállításáról ha úgy ítéli meg hogy a késés már olyan mérvű amit nem fog tudni a vállalat behozni, és hiába minden erőfeszítés, már nem lesznek képesek a célul kitűzött piaci részesedést elérni.

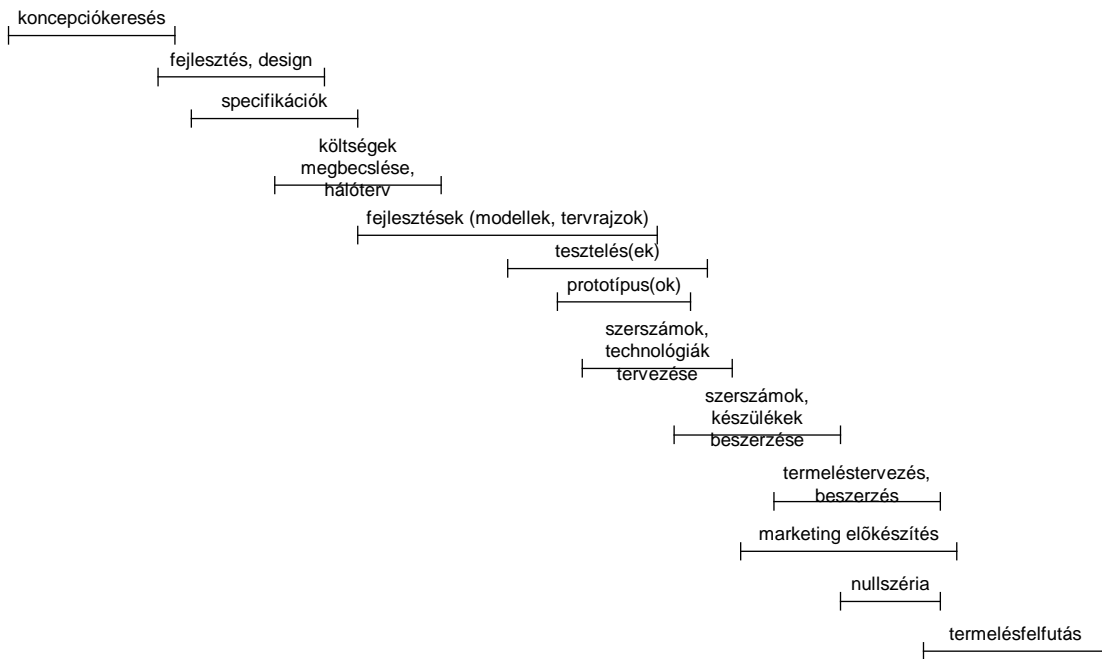
Sajnos nagyon sok esetben ilyenkor megkettőzik az erőfeszítéseiket a hasonló helyzetbe került vállalatok, ami csak akkor lehet indokolt ha a lemaradás még nem jelent végleges leszakadást, vagy ha a vállalat a késés miatt csak az extraprofitot „veszíti” el, de még van esélye egy akkora piaci részesedés eléréséhez ami legalább kompenzálja a fejlesztési költségeket. Ha erre az esély kicsi, akkor inkább be kell fejezni a projektet és az így felszabaduló erőforrásokat inkább más fejlesztési elképzelésekre kell fordítani. Sajnos vizsgálatok támasztják alá azt a tényt, hogy az ilyen „jó időben” történő projektmegszakítás csak az összes megszakított projekt számának mintegy 10-15% -ában történik meg. A többi esetben mind vagy a gazdaságilag még elfogadható mértéken túl várnak a projekt befejezését elhatározó döntéssel, vagy végigviszik a projektet, és egy érdektelenséget kiváltó termékkel jelennek meg a piacon. Ez utóbbi eset akkor fordul legtöbbször elő, mikor a termékötlet valamelyik főnöktől származik, és senki sem meri neki megmondani, hogy a kedvenc elképzelése a piacon fabatkát sem ér.



A következő ábrán még egyszer összefoglaljuk egy új termék kifejlesztésénél alkalmazható tennivalókat fázisonként szétbontva, az eredményekkel együtt.



Egyes, nagyon fontos fejlesztési projekteknél, amikor az idő kulcsszerepet játszik érdemes a fázisokat átlapolva, azaz részben párhuzamosan végezni. Ekkor persze a kockázat nagyobb, így egy esetleges sikertelen fázis jóval nagyobb veszteséget okoz. Amennyiben az ezáltal elérhető időmegtakarítás és a várható piaci pozíció ezt indokolja, akkor viszont muszáj, hiszen felmérések tucatjai igazolták azt a tényt hogy ha egy termék fejlesztése során a költségeket akár 30-50 %-al túllépjük még mindig kisebb „baj” mintha a piaci bevezetés akár csak néhány hónapot késik. Az alábbi ábrán egy elvi vázlat látható melynél az átlapolások hossza csak utaló jellegű, hiszen az mindig az adott fejlesztési feladattól függ.



Projektstruktúra

A projekt keretében végrehajtandó feladatok meghatározása nem egyszerre hanem iteratív módon, a durva nagyvonalú tervezéstől a finom részletes tervekig több lépésben történik. Ezt nevezik projektstruktúratervnek ami definíció szerint a projekt elemei közötti lényeges kapcsolatok összessége, mely az utolsó lépésben az egy ember vagy egy csoport által **önállóan** elvégezhető ún. munkacsomagot adja. Ezekhez a munkacsomagokhoz kell erőforrásokat rendelni, elvégzésüket ütemezni, költségeiket megbecsülni és a határidőket megállapítani, vagyis ezek lesznek a hálótervben a „tevékenységek”.

A projektstruktúraterv célja és felépítése

Ez egy lényeges tervezési eszköz melyből a későbbiek során az összes további tervet vezetjük le. Az angolszász irodalomban „Work Breakdown Structure” néven találkozhatunk vele. Egy ilyen PSP összeállításánál arról van szó, hogy teljes képet kapjunk a projekt sikeres megvalósításához szükséges összes feladatról. Azaz:

- A projekt teljes munkavolumenét meghatározzuk;
- Ezeket értelmes módon munkacsomagokra osszuk fel.

A munkacsomagok definíciója:

A projekt azon része, mely a PSP-ben már tovább nem bontható, és bármilyen tagolási szinten állhat. „Atom”, a feladat struktúrájában a legkisebb egység.

Munkacsomagok kialakítása

A feladat strukturálása során először az egész projektet, egymástól elkülöníthető részfeladatokra bontjuk. (Ezen részfeladatok összege megfelel az eredeti projektnek). A részfeladatokat tovább tagoljuk mindaddig, míg egy relatíve homogén tevékenységet kapunk, amely valamelyik szervezeti egységhez közvetlenül hozzárendelhető. A legalsó szinten tovább már nem bontható részfeladatok lesznek a munkacsomagok. Így megtörtént a projektfeladatok hierarchikus tagolása. A munkacsomagok összeállításánál viszont az alábbi dolgokra kell vigyázni.

- A munkacsomagok között ne legyen átfedés;
- Egy munkacsomagot egyetlen szervezeti egységhez rendeljünk hozzá, hogy a felelősség egyértelmű legyen;
- A munkacsomag befejezése után egy világos, megfogható végeredmény kell legyen;

- Minden munkacsomag költségvolumene a projekt összköltségéhez viszonyítva csekély legyen, hogy egy hatékony költségtervezés és ellenőrzés működhessen.

A PSP elemeit az egyszerűbb azonosítás végett célszerűen meg kell számozni, melyhez egy lehetséges megoldás a dekádós számrendszer alkalmazása lehet. Ennek menete a következő:

Egy kód bevezetése melynek hossza megegyezik a PSP tagolási szintjeinek számával.

Az első tagolási szint feladatai a kód első számjegyeivel jelölődnek. A második szint elemei a második számjeggyel stb.

Minden tagolási szint elemei futó számozást kapnak.

A már lefoglalt „helyek” a saját kódjaikat öröközik tovább az alattuk lévő részfeladatok felé.

A projektstruktúraterv típusai

Objektumorientált PSP

Az egész projekt kizárólag a műszaki alkotóelemei alapján tagolódik, és erősen emlékeztet egy termék- vagy rendszer struktúrára. Minthogy a PSP nemcsak műszaki hanem adminisztratív feladatokat is tartalmaz, ezért tisztán objektumorientált felbontástól ha lehet, tekintsünk el.

Funkcióorientált PSP

Itt a feladatokat funkciók szerint tagoljuk. Ilyen felosztás pl. „fejlesztés”, „gyártás”, „értékesítés” stb. ez nem a projekt vagy termék alkatrészeire irányul hanem az egyes tevékenység területekhez. Ilyen nagyon jól alkalmazható fejlesztési feladatok esetén.

Vegyes orientációjú PSP

A gyakorlatban általában a kettő kombinációja használatos. Hogy mely szinten melyik típus alkalmazása történjen, ez elsősorban a projektfeladattól függ.

F I G Y E L E M

Semmi értelme ugyanazon a szinten belül mind a kétféle eljárást alkalmazni!

A PSP alkalmazása

Minden további tervezési szint kiindulási alapja úgymint,

- Határidő tervezése;
- Eszközfelhasználás tervezése;
- Költségtervezés.
- Feladatok (munkacsomagok) kiosztásának bázisa;
- Későbbi projektellenőrzés alapja.

A projekt szervezése során arra is nagy figyelmet kell fordítani, hogy a projektben dolgozók száma állandóan változik valamint hosszabb, pl. több éves projektek során problémát jelent a saját szervezeti egységből kiemelt munkatárs visszahelyezése, főleg ha helyette már mással töltötték be a helyét, hiszen míg ő a projektben dolgozott, addig az ő feladatát is el kellett végeznie valakinek.

Klasszikus projektmenedzser problémák

A projektek végzése során számos olyan változás, változtatás következik be mely a „többiek” szemében nem kívánatos, így mindent megtesznek hogy akadályozzák a projektben dolgozók munkáját és bebizonyítsák a projektötlet hibás voltát.

- A projektvezetés által elkövetett hibák igen gyorsan napvilágra kerülnek, és gyakran élvezettel vetik a projektmenedzser szemére.
- A projektmenedzser és a projektteam tagjai miután ki vannak emelve a saját lineáris szervezeti egységeikből így állandóan „szem előtt” vannak, és gyakori kritikával kell szembesülniük.
- A projektmenedzser ritkán találkozik rutindöntésekkel és döntéseinek többségét sem korábbi döntések analógiájára hozza így az ő döntési körülményei sokkal komplexebbek.

Miután a projekteknek konkrét határideje van, így helyzete bizonytalan a projekt befejezését követő időre. Ez különösen a tiszta lineáris projektszervezetre érvényes.

Kárpótlásul viszont a projekt vezetője nagymértékben mentesül rutinfeladatokról és rá van szorulva saját illetve teamtársai kreativitására ami egyedülálló sikerélményt nyújt.

A projektmenedzsment eszközszerrendszere

A projektmenedzser és csapatának feladata hogy a már munkacsomagokra lebontott projektstruktúraterv alapján meghatározza a határidőket, erőforrás-hozzárendeléseket, valamint ezek alapján ellenőrizze a végrehajtást és beavatkozzon ha szükséges. A határidők megállapításának legjobb eszköze a hálótér.

Hálótérvezési eljárások

A hálótér lényege hogy az elvégzendő munkákat egymáshoz viszonyított kapcsolataikkal együtt tudjuk ábrázolni, azaz nemcsak az olvasható le egy hálótérből hogy mely tevékenység vagy munkafolyamat mikor

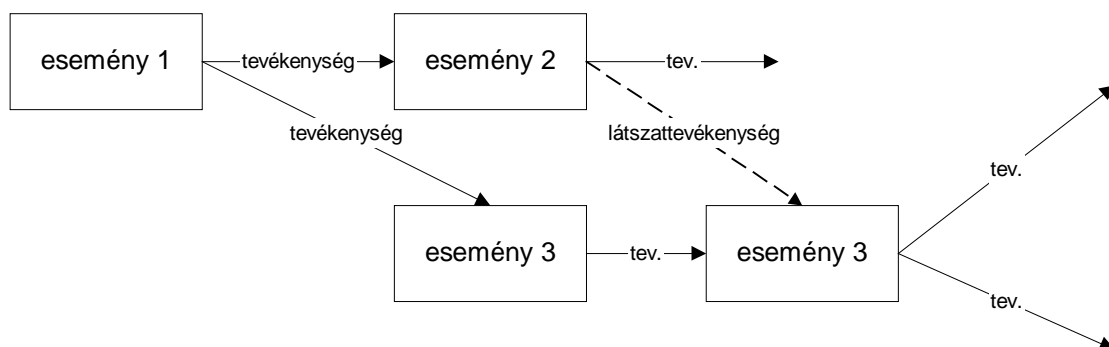
kezdődik és mikor fejeződik be, hanem az is hogy az adott munka elvégzéséhez mely korábbi munkafázisokat kell elvégezni. Így a hálótér lehetőséget biztosít a párhuzamosan végrehajtható, illetve sorosan végrehajtandó műveletek ábrázolására. Nagyon sokféle hálótérvezési eljárás alakult ki melyekből csak a legszélesebb körben ismert és alkalmazott típusokat emeljük ki. A különböző hálószerkesztési eljárások persze nem mindig kompatibilisek egymással, ami az eltérő hálószerkesztési alapelvekből következik. Egy hálótér nem más mint egy irányított gráf melynek csomópontjaihoz és nyilaihoz más más jelentést tartalmat rendelnek a különböző hálótérvezési módszerek. Fontos azonban megjegyezni, hogy alapvetően determinisztikus és sztochasztikus hálótérvezési eljárásokat alkalmazunk. Determinisztikus hálótérnél az egyes tevékenységek ideje ismert és meghatározott, míg sztochasztikus hálótérrel akkor készítünk, ha előre nem ismert a tevékenységek legalább egy részének az időtartama. Bármely típusú hálótérrel készítsük is el, a cél az hogy egyrészt meghatározzuk a projekt legkorábbi befejezési idejét, kritikus útját, valamint minden egyes tevékenységnek meghatározzuk a :

- legkorábbi kezdési idejét,
- legkorábbi befejezési idejét,
- legkésőbbi kezdési idejét,
- legkésőbbi befejezési idejét,
- a rendelkezésre álló összes tartalékidőt (az a maximális időtartam mellyel a tevékenység kezdési időpontja eltolható, anélkül hogy a projekt befejezése csúszást szenvedne),
- a rendelkezésre álló szabad tartalékidőt (az a maximális időtartam mellyel az **adott** tevékenység legkorábbi kezdési időpontja eltolható úgy hogy az összes utána következő valós tevékenység a legkorábbi lehetséges időpontban kezdődjön)
- az ún. **kritikus utat**, mely a háló kezdőpontjából a végpontjáig vezető leghosszabb út, vagy másképpen fogalmazva a háló kezdő - és végpontja közötti összes lehetséges út közül az, amelynek tartalékideje a legkisebb.

Először röviden a determinisztikus hálótérveket tekintjük át, majd pedig a sztochasztikus hálószerkesztési eljárásokat mutatjuk be.

CPM típusú hálószerkesztés

Az egyik legszélesebb körben használt hálótérvezési módszer neve a Critical Path Method kezdőbetűinek összevonásából ered. Az eljárás a gráf éleivel tevékenységet jelöl, a csomópontok pedig az eseményeket jelentik, vagyis a tevékenységek befejezésével előállt pillanatnyi állapotot. A tevékenységek közti kapcsolat vég - kezdet típusú, ami azt jelenti hogy egy következő tevékenység megkezdhető mihelyt az előző befejeződött.

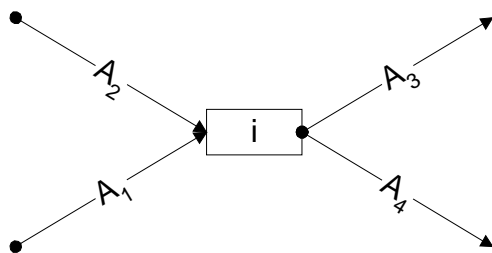


Foglaljuk össze röviden a háló szerkesztésének szabályait. Kezdő, vagy „start” tevékenységnek nevezzük az „A” tevékenységet, ha nincs egyetlen olyan tevékenység sem melynek befejezése után kell „A”-t elkezdni. Az „A” tevékenységet befejező tevékenységnek nevezzük, ha nincs egyetlen olyan tevékenység sem melyet „A” befejezése után kell elkezdni. Természetesen mind kezdő mind pedig befejező tevékenységből lehet több is.

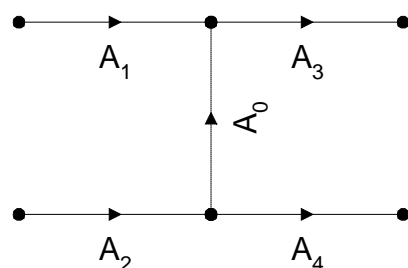
- Minden kezdő tevékenységhez ugyanazt az eseményt illetve az azt reprezentáló csomópontot rendeljük, ami a háló ún. „forrás”-a. Ennek megfelelően minden befejező tevékenységhez ugyanazt az eseményt vagyis csomópontot rendeljük ami az ún. „nyelő”. A forrásból is és a nyelőből is egy darab található egy hálótervben.



- Ha két tevékenység A_3 és A_4 megkezdődhet mihamarabb két másik tevékenység A_1 és A_2 befejeződik, akkor A_1 és A_2 befejezéséhez valamint A_3 és A_4 megkezdéséhez ugyanazt az „i” csomópontot jelöljük.



- Ha az A_3 tevékenység megkezdéséhez mindkét tevékenység (A_1 , A_2) befejezése is szükséges, míg az A_4 tevékenység már közvetlenül A_2 befejezése után is megkezdődhet, akkor ezt egy ún. látszattevékenység bevezetésével jelöljük. A látszattevékenység időtartama is és erőforrásigénye is nulla. Feladata mindössze a fent említett logikai kapcsolat megjelenítése a hálótervben. A látszattevékenységeket szaggatott vonallal jelöljük hogy megkülönböztessük a tényleges (valós) tevékenységektől.

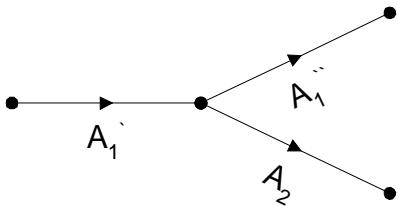


- Ha két tevékenységhez rendeljük ugyanazon kezdő- és végpontokat, akkor a párhuzamos nyilak elkerülése miatt (ami a hálót áttekinthetetlenné teszi) szintén látszattevékenység bevezetésére van szükség. Ez

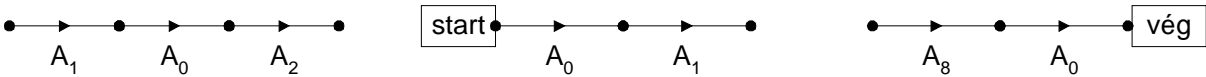
bármilyen módon megoldható (az ábrán $A_1, A_2 + A_0$ felosztás látható, de természetesen ezzel egyenértékű lenne az $A_2, A_1 + A_0$ stb. felosztás is), a lényeg itt is a logikai kapcsolat kifejezése.



- Ha egy tevékenység (A_2) elkezdéséhez nem kell megvárni a megelőző tevékenység (A_1) befejezését, akkor az A_1 tevékenységet ennek megfelelően két részre osztjuk (A_1' , A_1'')



- Ha az A_2 tevékenység nem kezdődhet el közvetlenül A_1 befejezése után, hanem csak pl. technológiai szünet beiktatása után (pl. beton kötési ideje, lehülési idő hőkezelés után, száradás, vegyi reakció stb.), akkor ezt az időtartamot „normális” tevékenységgként jelöljük hiszen valamennyi ideig tart, így az átfutási időt befolyásolhatja, ugyanakkor erőforrást nem igényel. Természetesen ilyen tevékenység akár kezdő, akár befejező tevékenységgként is szerepelhet.



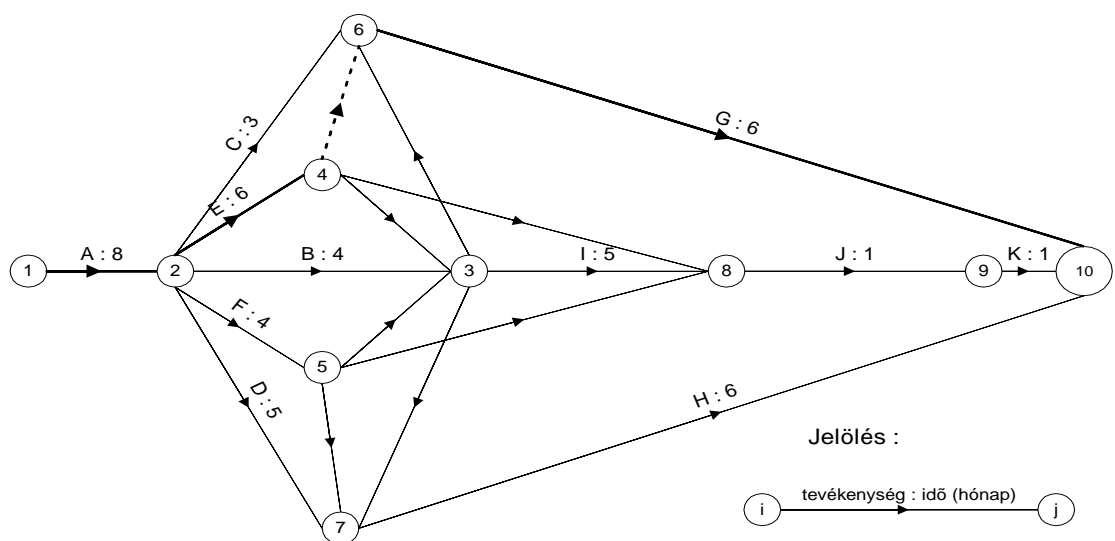
Ezen szabályok alkalmazásával szerkesszünk egy CPM típusú hálót az alábbi feladatra.

Cél egy híd felépítése mely durván leegyszerűsítve a valóságot az alábbi fő elemekből áll :

jel	tevékenység	időtartam (hónap)	közvetlenül megelőző tevékenység
A	tervezés	8	
B	kisebb alkotóelemek legyártása	4	A
C	bal parti pillér építése és szerelése	3	A
D	jobb parti pillér építése és szerelése	5	A
E	bal oldali vízben álló oszlop építése	6	A

F	jobb oldali vízben álló oszlop építése	4	A
G	bal parti pillért és bal oldali oszlopot összekötő hídelem legyártása és szerelése	6	B,C,E
H	jobb parti pillért és jobb oldali oszlopot összekötő hídelem legyártása és szerelése	6	B,D,F
I	a két, vízben álló oszlopot összekötő középső hídelem legyártása	5	B
J	a két, vízben álló oszlopot összekötő középső hídelem beúsztatása és szerelése	1	E,F,I
K	technológiai szünet a középső hídelem szerelése után	1	J

A háló megszerkesztése a szabályok ismeretében semmi problémát nem jelent. Ugyanakkor a látszatevékenységek berajzolása a példában sem (és általában sem) egyértelmű. A hálóban a nyilak „értékét” az általa reprezentált tevékenység időtartama jelenti. Egyetlen kezdő (A) és három befejező (G,H,K) tevékenységünk van. A hálónak egyetlen forrása és egyetlen nyelője van azonkívül ciklusmentes.



A háló minden pontjához (mely eseményt reprezentál) eljuthatunk a forrásból, valamint minden pontjából eljuthatunk a nyelőhöz. Ez azt jelenti, hogy minden CPM típusú hálóban létezik (legalább egy) út és egy leghosszabb út is, melyen a forrástól eljuthatunk a nyelőig. A legkorábbi projektidőtartam az a legrövidebb idő, amely alatt a projekt összes tevékenysége elvégezhető, ami nem más mint a leghosszabb út a projekthez tartozó CPM típusú hálótérben. Ennek oka, hogy az összes tevékenységet el kell végezni, de nyilván a leghosszabb utat jelentő tevékenységsorozathoz tartozik a legtöbb idő így ez az „út” adja meg a projekt teljes átfutási idejét.

Minden tevékenység mely ezen a leghosszabb úton van kritikus, azaz a projekt megvalósítása során különös odafigyelést követel. Ha ezek közül bármelyik is több időt vesz igénybe a tervezettnél (pl. 1 időegységgel többet), akkor a leghosszabb út ugyanennyivel (1 időegységgel) megnő és a projekt megvalósítása is ugyanekkora késést fog szenvedni. Ha ezen az „úton” több tevékenység csúszik, akkor ezek a késedelmek természetesen összeadódnak. Ezért nevezik a leghosszabb utat egyben kritikus útnak. Az ábrákon általában vastaggal vagy színes kihúzással jelöljük a kritikus utat vagy utakat. Nagy, több száz vagy több ezer tevékenységet felölelő projekteknel több kritikus út is lehet.

Az egyes tevékenységek határidejét és a kritikus utat vagy a Bellman, vagy a Ford - Fulkerson algoritmus segítségével határozhatjuk meg. A fenti példa esetében a Bellman algoritmus segítségével számítjuk ki minden tevékenység legkorábbi és legkésőbbi kezdési valamint befejezési idejét a tartalékidőkkel együtt.

A számítás menete a következő:

Összesen nyolc alapadatot kell meghatározni ahhoz, hogy minden a bevezetőben felmerült kérdésre választ adhassunk:

1. minden tevékenység legkorábbi kezdési időpontja (FAZ_{ij}),
2. minden tevékenység legkésőbbi kezdési időpontja (SAZ_{ij}),
3. minden tevékenység legkorábbi befejezési időpontja (FEZ_{ij}),
4. minden tevékenység legkésőbbi befejezési időpontja (SEZ_{ij}),
5. minden esemény legkorábbi bekövetkezésének időpontja (FZ_i),
6. minden esemény legkésőbbi bekövetkezésének időpontja (SZ_i),
7. rendelkezésre álló tartalékidő (GP_{ij}),
8. rendelkezésre álló szabad tartalékidő (FP_{ij}).

Ezen mennyiségek között az alábbi összefüggések teremtenek kapcsolatot; tevékenységek időtartamát jelöljük (D_{ij} -vel).

- $FAZ_1 = 0$,
- $FZ_i = \max (FZ_k + D_{ki})$ ($i = 2, \dots, n$) k az összes megelőző esemény indexe,
- $SZ_n = T$ az előre meghatározott határidő amennyiben ilyen létezik,
- $FZ_n = FZ_n$ ha nem létezik előre meghatározott határidő,
- $SZ_n - SZ_i = \max (SZ_n - (SZ_j - D_{ij}))$ vagy
- $SZ_i = \min (SZ_j - D_{ij})$,

természetesen csak valós tevékenység határideje érdekes. A tevékenységek kezdési illetve befejezési valamint az események bekövetkezési ideje között az alábbi egyszerű kapcsolatok vannak:

- $FAZ_{ij} = FZ_i$,
- $FEZ_{ij} = FZ_i + D_{ij}$,
- $SAZ_i = SZ_j - D_{ij}$,
- $SEZ_{ij} = SZ_j$.

Az egyes tevékenységeknél rendelkezésre álló pufferidő nem más, mint minden tevékenység legkorábbi és legkésőbbi kezdési ideje közötti különbség, ami logikusan megegyezik minden tevékenység legkorábbi és legkésőbbi befejezési ideje közötti különbséggel:

- $GP_{ij} = SAZ_{ij} - FAZ_{ij} = SEZ_{ij} - FEZ_{ij} = SZ_j - FZ_i - D_{ij}$.

Az alábbi táblázatokban összefoglaltuk az eredményeket, melyeket az előbb ismertetett szabályok alkalmazásával kaptunk.

Az első táblázat az események legkorábbi és legkésőbbi bekövetkezését tartalmazza :

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FZ	0	8	12	14	12	14	13	17	18	20
SZ	0	8	13	14	14	14	14	18	19	20

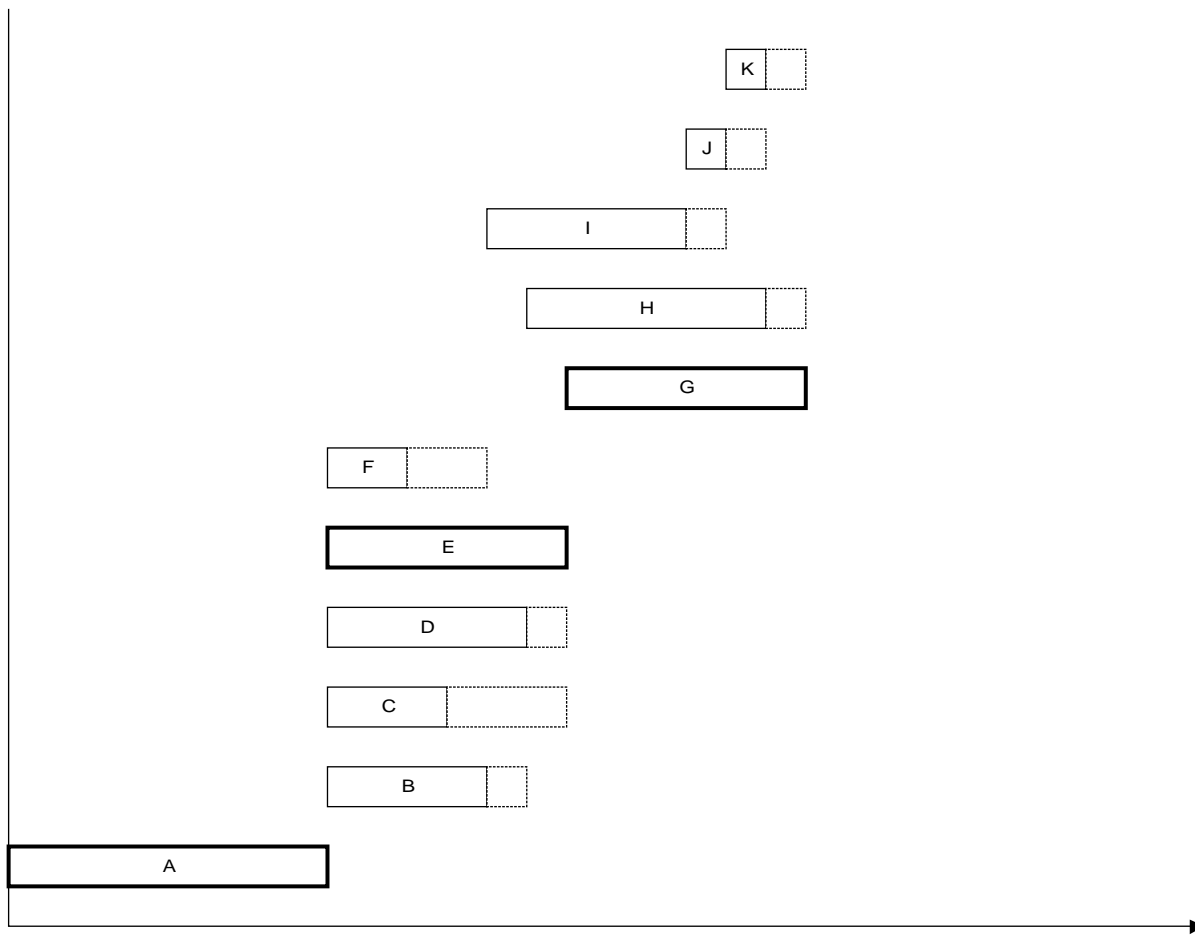
A második táblázat az események legkorábbi és legkésőbbi kezdési és befejezési idejét, valamint a szabad és összes (az adott úton rendelkezésre álló) tartalékidőt tartalmazza :

TEVÉKENYSÉG	D_{ij}	FAZ	FEZ	SAZ	SEZ	GP_{ij}	FP_{ij}
A=<1,2>	8	0	8	0	8	0	0
B=<2,3>	4	8	12	9	13	1	0
C=<2,6>	3	8	11	11	14	3	3
D=<2,7>	5	8	13	9	14	1	0
E=<2,4>	6	8	14	8	14	0	0
F=<2,5>	4	8	12	10	14	2	1
G=<6,10>	6	14	20	14	20	0	0
H=<7,10>	6	13	19	14	20	1	1
I=<3,8>	5	12	17	13	18	1	0
J=<8,9>	1	17	18	18	19	1	0
K=<9,10>	1	18	19	19	20	1	1

TEVÉKENYSÉG	T_{ij}	ES	EF	LS	LF	SLACK $_{ij}$	FREE SLACK $_{ij}$
A=<1,2>	8	0	8	0	8	0	0

B=<2,3>	4	8	12	9	13	1	0
C=<2,6>	3	8	11	11	14	3	3
D=<2,7>	5	8	13	9	14	1	0
E=<2,4>	6	8	14	8	14	0	0
F=<2,5>	4	8	12	10	14	2	1
G=<6,10>	6	14	20	14	20	0	0
H=<7,10>	6	13	19	14	20	1	1
I=<3,8>	5	12	17	13	18	1	0
J=<8,9>	1	17	18	18	19	1	0
K=<9,10>	1	18	19	19	20	1	1

Mint már korábban említettük a hálótér nem teszi lehetővé egy adott időben elvégzendő munkák áttekintését. Ez a probléma egy Gantt - diagramm segítségével oldható meg. Az alábbi ábra ugyancsak a fenti projekt adatait ábrázolja vonalas ütemterv segítségével. A kritikus utat itt is vastag kihúzással jelöltük, a tartalékidők meglétét és mennyiségét a szaggatott részek jelzik.



A CPM típusú hálótervezési módszer hátránya az, ha több tevékenység egyidejű befejezéséhez kötjük valamely más munkafolyamat elvégzését, akkor azt csak ún. látszattevékenységekkel tudjuk jelölni. A látszattevékenység idő - és erőforrásigénye nulla, azaz segítségével csak logikai kapcsolatot jelölünk. Ezt viszont általában nemcsak egyféleképpen lehet megtenni, ami a továbbiakban a legtöbb hiba forrása szokott lenni. Ezenkívül nem ábrázolható ha két, egymás után következő tevékenység megkezdése között legfeljebb egy előírt időtartam telhet el.

MPM hálótér

Egy MPM típusú háló alapjaiban különbözik az előbb ismertett CPM módszertől. A csomópontokkal az eseményeket ábrázoljuk, nyilakkal pedig az események közötti kapcsolatokat. Ez a fajta szemlélet lehetővé teszi az előbbieken hiányolt maximális időbeliség ábrázolását, azaz amikor előírjuk hogy az egyik tevékenység befejezése és a rákövetkező elkezdése között maximum mennyi idő telhet el. Az ábrázolható kapcsolattípus így kétféle lehet: 1. Az „i”-ik tevékenység **megkezdése** után legkorábban b_{ij} idő múlva **kezdhető el** a soron következő „j”-ik tevékenység (minimum kapcsolattípus).

2. Az „i”-ik tevékenység **megkezdése** után legkésőbb b_{ij} idő múlva **el kell kezdeni** a soron következő „j”-ik tevékenységet (maximum kapcsolattípus).

E két kapcsolattípus segítségével sokféle időbeliséget megvalósíthatunk. Legyen D_i az „i” és D_j a „j” tevékenység időszükséglete, valamint jelöljük T_{ij} -vel a kezdési időpontjaik között lévő lehetséges időbeli kapcsolatokat.

1. Ha azt akarjuk hogy a „j” tevékenység közvetlenül „i” után következzen, akkor előírjuk hogy $T_{ij}:=D_i$
2. Ha azt akarjuk hogy a „j” tevékenység ne közvetlenül „i” befejezése után következzen, hanem pl. „X” idő elteltével, akkor előírjuk hogy $T_{ij}:=D_i+X$
3. Ha azt akarjuk hogy a „j” tevékenység az „i” befejezése előtt „X” időegységgel következzen, akkor előírjuk hogy $T_{ij}:=D_i-X$
4. Ha azt akarjuk hogy a „j” és „i” tevékenységek egyszerre kezdődjenek, akkor előírjuk hogy $T_{ij}:=0$
5. Ha azt akarjuk hogy a „j” tevékenység az „i” megkezdése után pl. „X” idő elteltével kezdődjön, akkor előírjuk hogy $T_{ij}:=X$

Látható hogy rendkívül sokoldalú az a kapcsolattípus mely ezzel a jelölésrendszerrel kifejezhető. Ugyanakkor fel kell hívni a figyelmet hogy a két egymást követő tevékenység közötti időtartam - akár minimum akár maximum kapcsolattípusról legyen is szó -, mindig a két tevékenység **kezdeté** között definiált.

Egy MPM hálótérben csak ez a kezdőpontok közötti „távolság” szerepel a nyilak „értékeként”. Amennyiben a feladat másképpen fogalmazza meg úgymint pl. a 2. vagy 3. pont (lásd fent), akkor ezeket az adatokat át kell számolni a két kezdőpont közötti ezzel egyenértékű időtartamra. A kezdő és befejező tevékenységek definiálása ugyanaz mint a CPM módszer során már ismertetett. A „kezdés - kezdet” kapcsolattípusból viszont következik egy fiktív 0. sorszámú tevékenységet az ún. „projektstart” vagy „start” tevékenység felvétele a tevékenységlistára, hiszen a kezdő tevékenységek kezdési időpontját is kötnünk kell valamihez. Természetesen ugyanez a probléma a befejező tevékenységekkel is amit egy „n+1”-ik „vége” vagy „befejezés” szintén 0 ideig tartó fiktív tevékenység felvételével oldhatunk meg legegyszerűbben. Megállapodás szerint a legelső kezdő tevékenység és a „0”-ik között a „távolság” $T_{0i} := 0$ és $D_0 := 0$. Így az „n+1”-ik tevékenység legkorábbi kezdési időpontja éppen a projekt minimális átfutási idejét adja meg.

Miután két egymást követő tevékenység között mind minimális, mind pedig maximális idő elő lehet írva, így sajnos ez a fajta hálótér már ciklust is tartalmaz. Szerencsére ezek a ciklusok csak negatív hosszúságúak lehetnek. Amennyiben pozitív ciklushossz létezne, úgy soha nem sikerülne a háló leghosszabb útjának a meghatározása, hiszen minden alkalommal amikor egy ilyen cikluson végigmegyünk, a megtett út nagyobb lesz miáltal így egy végtelen ciklusba kerülnénk.

Miután az eseményeket nem ábrázoljuk, így nincs szükség látszatevékenységekre, ami nagyon praktikus, mert bármilyen MPM típusú hálótér mindig egyértelműen megszerkeszthető. A hálószerkesztés elvi lépései megegyeznek a CPM módszernél ismertetett eljárással.

1. Első lépésként összegyűjtjük az elvégzendő tevékenységeket (tevékenységlista összeállítása) és meghatározzuk hogy mely tevékenységet közvetlenül melyik másik tevékenység(ek) után kell elkezdni. Ezzel egyidőben meghatározzuk hogy két egymást követő tevékenység esetén az egyik megkezdése után legkorábban mikor kezdhetjük el a következőt (minimum), vagy az egyik megkezdése után legkésőbb mikor kell elkezdni a következőt (maximum). Ha ez a fázis sikeresen befejeződik akkor a rendelkezésünkre álló adatok a következők :

- $D_i :=$ az „i”-ik tevékenység időszükséglete,
- $T_{ij} :=$ két egymást követő „i” és „j” tevékenység kezdése közötti idő,
- $b_{ij} := T_{ij}$ ha ez minimum kapcsolat (azaz „j” legkorábban ennyi idővel „i” megkezdése után **kezdhető el**) /ebben az esetben $b_{ij} \geq 0$ /
- $b_{ij} := -T_{ij}$ ha ez maximum kapcsolat (azaz „j” legkorábban ennyi idővel „i” megkezdése után **kell elkezdődjön**) /ebben az esetben $b_{ij} \leq 0$ /

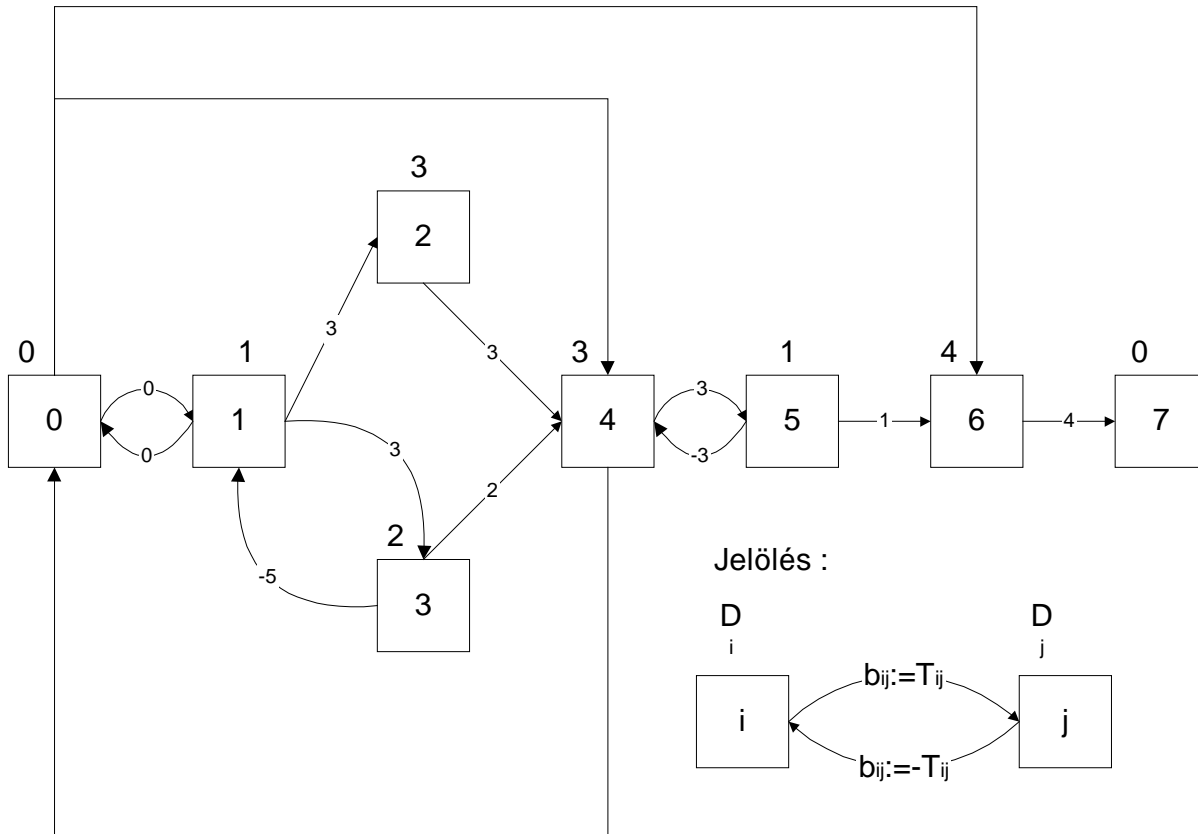
Az utolsó két pont nem új információ, hanem a már ismert adatok átalakítása közvetlenül szerkeszthető formába. A fenti szabályok ismeretében szerkesszünk egy MPM típusú hálóttervet az alábbi feladatra. Célunk a konyhánk felújítása, mely az alábbi tevékenységeket foglalja magában :

Miután kipakoltuk a régi konyhabútort derült ki, hogy a padló sajnos helyenként megsüllyedt az évek során. Ezért első lépésként egy önterülő aljzatkiegyenlítőt kell felvinnünk melynek az időszükséglete 1 nap és rögtön a projekt indításánál ezzel kellene kezdenünk, mert a kőművest utána máshová várják. Ezután két napi kötési időt kell az anyagnak biztosítani, majd kezdhethetjük az új elektromos csatlakozások kialakítását az új konyhabútorhoz (világítás, konnektorok stb.) melynek időigénye három nap, de a vízvezeték és lefolyó áthelyezése, valamint az ezzel járó újracsempézés (ideje 1 nap) is elkezdődhet. Ez utóbbi munka azonban legkésőbb hat nappal az aljzatkiegyenlítő felhordása után be kell fejeződjön. Miután az elektromos szerelés és a víz illetve lefolyóvezetékek áthelyezése befejeződött, kezdődhet a konyha festése, mázolása (ideje 3 nap). Sajnos a festő is már elígérkezett, így legkorábban a projekt megkezdése után 4 nappal kezdhethetné a munkát és legkésőbb a projekt kezdete után 10 nappal be kell fejezze, mert több ideje nincs ránk. Hogy az új linóleum ne sérüljön meg a mesterek áldásos tevékenységei alatt, ezért azt csak az előzőekben leírt munkák befejezése után lehet elkezdeni mégpedig az utolsó munka befejezése után rögtön. A linóleum ragasztására egy nap van szánva. Mindezek után kerülhet sor az új bútor valamint a tűzhely, hűtőszekrény stb. beépítésére mely becslésünk szerint négy napot vesz igénybe. Az új konyhabútort és készülékeket a kereskedő legkorábban a projekt startja után négy nappal tudja szállítani. Szerkesszünk a fenti feltételek alapján egy MPM típusú hálóttervet. Az alábbi táblázat tartalmazza a szövegből kinyert információkat.

tevékenység sorszáma	tevékenység	időtartam a egysége 1 nap	közvetlenül megelőző tevékenység sorszáma	legkorábbi lehetséges kezdési idő a megelőző tevékenység megkezdésétől	legkésőbbi kezdési idő a megelőző tevékenység kezdetétől számítva
0	START	0	-	-	-
1	padlókiegyenlítő felhordása	1	0	0	0
2	elektromos szerelés	3	1	3	-
3	víz,	2	1	3	5

tevékenység sorszáma	tevékenység	időtartam a egysége 1 nap	közvetlenül megelőző tevékenység sorszáma	legkorábbi lehetséges kezdési idő a megelőző tevékenység megkezdésétől	legkésőbbi kezdési idő a megelőző tevékenység kezdetétől számítva
	lefolyószerelés + csempézés				
4	festés, mázolás	3	0,2,3	4,3,2	7,-,-
5	linóleum leragasztása	1	4	3	3
6	új szekrények, eszközök beépítése	4	0,5	8,1	-
7	VÉGE	0	6	4	-

A táblázat alapján pillanatok alatt megrajzolható a háló mely a következő ábrán látható.



Az átfutási idő meghatározásához meg kell határozni minden tevékenység legkorábbi és legkésőbbi kezdési és befejezési idejét.

1. minden tevékenység legkorábbi kezdési időpontja (FAZ_i),
2. minden tevékenység legkésőbbi kezdési időpontja (SAZ_i),
3. minden tevékenység legkorábbi befejezési időpontja (FEZ_i),
4. minden tevékenység legkésőbbi befejezési időpontja (SEZ_i),
5. rendelkezésre álló összes tartalékidő (GP_i),
6. rendelkezésre álló szabad tartalékidő (FP_i).

Az eseményekkel itt nem foglalkozunk.

Az egyes időpontokat az alábbi összefüggések segítségével határozhatjuk meg :

- $FAZ_0 := 0$
- $SEZ_{n+1} = SAZ_{n+1} := T$ ha explicit megadott határidőnk van de ekkor $T \geq FAZ_{n+1}$ kell legyen különben a projekt nem hajtható végre a megkívánt idő alatt
- $SEZ_{n+1} = SAZ_{n+1} := FAZ_{n+1} = FEZ_{n+1}$
- $FEZ_i = FAZ_i + D_i$ ($i = 0, 1, \dots, n+1$)
- $SEZ_i = SAZ_i + D_i$ ($i = 0, 1, \dots, n+1$)

- bármely „i” tevékenység összes lehetséges kezdési idejére (AZ_i) igaz hogy $FAZ_i \leq AZ_i \leq SAZ_i$ ($i = 0, 1, \dots, n+1$)
- $GP_i := SAZ_i - FAZ_i = SEZ_i - FEZ_i$
- $FP_i := \min (FAZ_j - b_{ij}) - FAZ_i$ ahol „i” közvetlen megelőző tevékenysége „j”-nek
- az „i” akkor kritikus, ha $GP_i = \min GP_k = SAZ_0$ ($k=0, 1, 2, \dots, n+1$)

Amennyiben egy kritikus „i” tevékenység ciklusban fordul elő, akkor a ciklusban lévő összes többi tevékenység is kritikus. A következőkben röviden ismertetünk egy egyszerű LC (Label Correcting) algoritmust a projekt határidejének kiszámítására.

1. Összeállítjuk a tevékenységlistát és minden tevékenységhez meghatározzuk a közvetlenül megelőző tevékenységeket.
2. Meghatározzuk minden tevékenység legkorábbi kezdési idejét (FAZ_i) és a projekt legkorábbi befejezését (ami az „n+1”-ik tevékenység legkorábbi kezdési ideje FAZ_{n+1}). Ehhez először is $FAZ_0=0$, $Q=\{0\}$. A Q-t úgy képzeljük el mint egy kígyót, melynek mindig a feje felől vágunk le egy darabot de mindig a farkához toldunk hozzá. Ez egy olyan speciális tároló amelyben azokat a tevékenységeket tároljuk ideiglenesen, melyekről még nem sikerült egyértelműen eldönteni hogy melyik úton vannak. Ez a tároló az inicializáláskor üres. Továbbá legyen $FAZ_i := -1$ minden $i \in 1, \dots, n+1$. Távolítsuk el az első elemet Q-ból (a legelső lépésben ez a 0 „START” tevékenység). Minden olyan „j” tevékenységre melynek „i” megelőző tevékenysége és igaz rá hogy $FAZ_j < FAZ_i + b_{ij}$, legyen $FAZ_j := FAZ_i + b_{ij}$. Ha $j \notin Q$ akkor fűzzük Q végéhez (vegyük fel a lista legvégére). Amennyiben $T < FAZ_{n+1}$ akkor kilépés : a projekt a megadott T idő alatt nem végrehajtható.
3. Meghatározzuk a legkésőbbi kezdési időket (SAZ_i). Ha T nincs megadva akkor $T := FAZ_{n+1}$. Legyen $SAZ_{n+1} := T$, $Q = \{n+1\}$. $SAZ_i := T+1$ minden $i=0, \dots, n$. Mindaddig míg $Q \neq \emptyset$ vegyük ki az első elemet Q-ból (a fej felől) és minden olyan „k” tevékenységre mely az „i”-nek megelőző tevékenysége és igaz rá hogy $SAZ_k > SAZ_i - b_{ki}$ legyen $SAZ_k = SAZ_i - b_{ki}$. Ha $k \notin Q$ akkor fűzzük Q végéhez (vegyük fel a lista legvégére).
4. Meghatározzuk a legkorábbi és legkésőbbi befejezési időket (FEZ_i , SEZ_i) valamint az összes tartalékidőt (GP_i). Legyen $D_0 := 0$, $D_{n+1} := 0$, $K := \emptyset$. Minden $i=0, \dots, n+1$ -re legyen $FEZ_i := FAZ_i + D_i$, $SEZ_i := SAZ_i + D_i$, $GP_i := SAZ_i - FAZ_i$. Ha $GP_i := SAZ_0$ akkor legyen $K := K \cup \{i\}$.

Az alábbi táblázatban összefoglaltuk a fenti algoritmus lépéseit. Miután egy csomópont többször is bekerülhet a Q tárolóba, ezért ellentétbe a CPM hálóval ahol elég volt egyszer előlről hátra, majd még egyszer hátulról előre visszamenni hogy minden adatot kiszámoljunk, itt sajnos 12 lépés után áll le az algoritmus.

FAZ_i meghatározása :

átfutás	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
i												

1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	-1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	-1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6
5	-1	-1	7	7	7	7	7	7	9	9	9	9
6	8	8	8	8	8	8	8	8	8	10	10	10
7	-1	-1	-1	12	12	12	12	12	12	12	14	14
Q	{1,4,6}	{4,6, 2,3}	{6,2, 3,5}	{2,3, 5,7}	{3,5, 7,4}	{5,7, 4}	{7,4}	{4}	{5}	{6}	{7}	0

SAZ_i meghatározása :

átfutás	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
i										
0	17	4	4	4	4	4	4	4	2	2
1	17	17	4	4	4	4	2	2	2	2
2	17	17	17	17	17	5	5	5	5	5
3	17v	17	17	17	17	6	6	6	6	6
4	17	17	11	8	8	8	8	8	8	8
5	17	11	11	11	11	11	11	11	11	11
6	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Q	{6}	{0,5}	{5,1,4}	{1,4}	{4}	{2,3}	{3,1}	{1}	{0}	0

Az eredmények összefoglalása:

i	D _i	FAZ _i	FEZ _i	SAZ _i	SEZ _i	GP _i
0	0	0	0	2	2	2
1	1	0	1	2	3	2
2	3	3	6	5	8	2
3	2	3	5	6	8	3
4	3	6	9	8	11	2
5	1	9	10	11	12	2

6	4	10	14	12	16	2
7	0	14	14	16	16	2

A táblázatból kitűnik hogy a legrövidebb átfutási idő 14 nap.

Összefoglalásul megállapíthatjuk hogy bár az MPM módszer sok tekintetben jóval több kapcsolatot képes ábrázolni illetve kezelni mint a CPM, a szükséges adatok meghatározása jóval számításigényesebb. Ez különösen nagyobb hálók esetén okozhat gondot, ahol a gyakori változ(tat)ás miatt sokszor kell e fenti adatokat újra meg újra kiszámítani. Bár a korszerű algoritmusok ezt a feladatot levették a projekttervezők válláról, mai napig megfigyelhető hogy amennyiben pl. időbeli maximum kapcsolatok nem teszik szükségessé az MPM típusú háló alkalmazását, akkor a gyakorlatban inkább a CPM módszerhez folyamodnak. A döntést az is nehezíti hogy a két eljárás közül a CPM az ami jobban áttekinthető, könnyebben is szerkeszthető (számítógéppel is egyszerűbben ábrázolható) hiszen a tevékenységek nyílként és az események csomópontokként történő ábrázolása sokkal „természetesebb” mint az MPM rendszer technikája; viszont az MPM szerkesztése egyértelmű azonkívül a változtatások vagy bővítések problémamentesen illeszthetők a már meglévő hálóba ami viszont a CPM típusú háló esetén igen nehézkes és minden esetben a háló újrarájzolását követelik meg.

Sztochasztikus hálótervezési eljárások

PERT - módszer

Nagyon sok esetben, főleg termékfejlesztési projekteknél a tevékenységek (vagy egy részük) időtartamát nem lehet egzaktul megadni, hanem célszerű mint véletlen változót figyelembe venni. Ehhez fejlesztették ki a PERT (Program Evaluation and Review Technique) módszert mely éppúgy mint a CPM-ben a tevékenységeket nyilakkal jelöli. A tevékenységek időtartama bétaeloszlású véletlen változó. Egy tevékenység időtartamát az alábbi három becslés segítségével határozhatjuk meg.

- optimista becstérték (OB), azaz különösen kedvező körülmények között ennyi ideig tartana,
- pesszimista becstérték (PB), azaz ha minden összeesküszik ellenünk akkor ennyi időt venne igénybe,
- átlagos becstérték (ÁB), vagyis „normális” körülmények között ennyi ideig tartana.

Ezek alapján a tevékenység várható időtartama (VI) :

$$VI = \frac{OB + 4 * \bar{AB} + PB}{6}$$

A tevékenység idejének szórása (SI) az alábbi közelítő formulával határozható meg :

$$SI = \frac{(PB - OB)^2}{36}$$

GERT - módszer

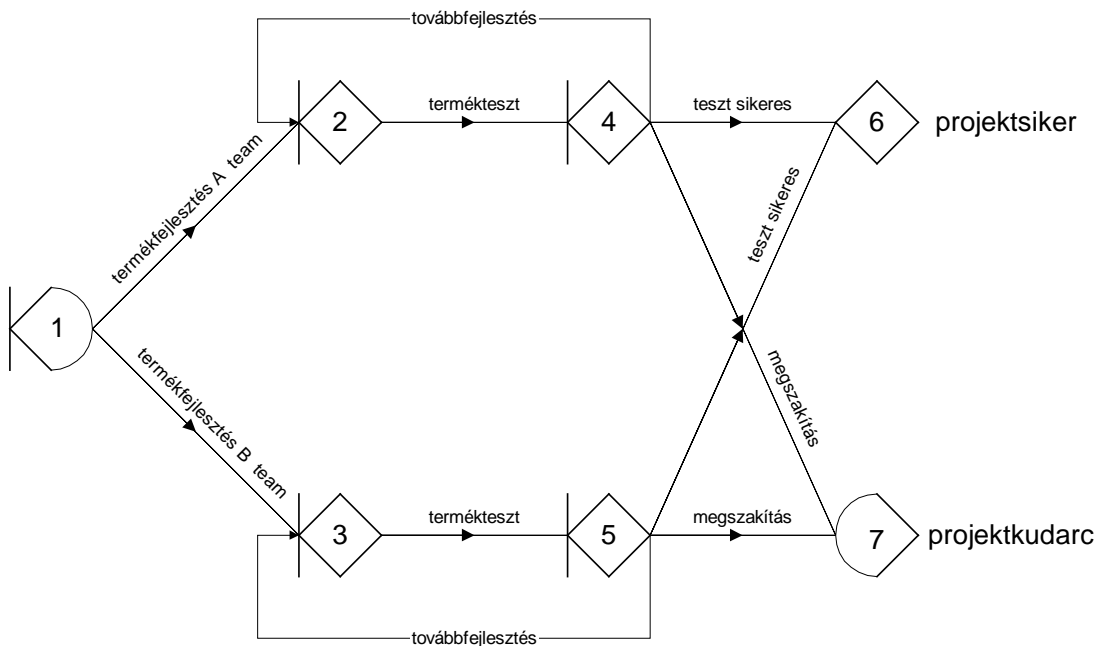
Az eddig ismertetett hálótervezési eljárások közös jellemzői hogy tevékenységeik előre meghatározottak voltak. Ezek közül a CPM és PERT módszer alapján készített hálók ciklusmentesek, míg az MPM háló ugyan ciklust tartalmazhat, de ettől még minden tevékenységet csak egyszer kell elvégezni. Nagyon sok gyakorlati és főként K+F illetve termékfejlesztési projekt során számos olyan tevékenység fordul elő, melyek elvégzése ismétlődhet - akár többször is - , sőt az ismétlődés bekövetkezése valamely $0 < p < 1$ valószínűséggel történhet.

Mindezeket túl a tevékenységek időtartama determinisztikus vagy sztochasztikus de akár ezek kombinációja is lehet. Ilyen bonyolult, bár a hétköznapi gyakorlatot jobban megközelítő hálótervezési eljárás a GERT (Graphical Evaluation and Review Technique). Természetesen ehhez jóval általánosabb nyíl - és csomóponti jelölésrendszer szükséges. A GERT háló minden egyes csomópontja egy bemenő és egy kimenő oldalból tevődik össze. Míg a CPM és PERT csomópontjai „ÉS kapuk” azaz az esemény bekövetkezik mihelyt az összes - a csomópontba befutó - tevékenység befejeződik, addig a GERT háló ezenfelül tartalmaz még „VAGY” (OR)

bemenetet és „**kizáró VAGY**” (EXCLUSIV OR = EXOR) bemenetet is. Egy csomópontnak akkor van „VAGY” bemenete ha a hozzátartozó esemény bekövetkezik, mihelyt a csomópontba befutó tevékenységek közül az időben legelső befejeződik. Akkor beszélünk „**kizáró VAGY**” bemenetről, amikor az adott esemény mindannyiszor bekövetkezik mihelyt **egy** befutó tevékenység befejeződik. Leginkább a ciklusban előforduló csomópontokra jellemző ez, valamint azokra melyeket csak **egy** megelőző csomóponttal köt össze nyíl. CPM és PERT hálók kimenete determinisztikus, ami azt jelenti hogy a csomópontból kiinduló tevékenységek mindegyike megkezdődik (hiszen a projektet minél előbb szeretnénk befejezni, ahhoz pedig minden tevékenységnek a lehető legkorábban el kell kezdődnie). GERT hálóban ezenkívül a csomópont kimeneti oldala sztochasztikus is lehet, azaz az összes kiinduló tevékenység közül **egy** elkezdődik. Miután mindegyikhez valamilyen elvégzési valószínűség rendelhető azok összege szükségszerűen 1.

Az alábbi egyszerű mintapélda bemutatja a GERT háló szerkesztése során alkalmazható csomóponttípusokat, bár az egyszerűség kedvéért a tevékenységek megvalósítási valószínűségétől eltekintettünk. A feladat röviden a következő :

Két kutatócsoport (A és B) egymástól függetlenül fejleszt egy új terméket. A fejlesztési fázis végén mindkét team egy terméktesztet végez el, mellyel a termék használhatóságát vizsgálja. Amennyiben a termék nem felel meg az elvárásoknak, úgy megpróbálják javítani vagy továbbfejleszteni. A továbbfejlesztés valószínűsége <1 . Amennyiben a termék abszolút használhatatlannak bizonyul, úgy ennek a terméknek a fejlesztését megszakítjuk. A fejlesztési projekt sikeres ha legalább az egyik team egy használható termékkel rukkol elő, és sikertelen ha mindkét csapat megszakítja a fejlesztési munkáját.



Jelölések :



"ÉS" bemenet



determinisztikus kimenet



"VAGY" bemenet



sztochasztikus kimenet



"kizáró VAGY" bemenet

Természetesen a hálótér nem csodaszer mindössze egy igen hatékony eszköz, bár vannak hiányosságai is. Így pl. nem alkalmas arra hogy egy adott időszakban (pl. egy hónapban vagy a start utáni 8. héten stb.) esedékes tevékenységeket áttekintsük, ami a kapacitástervezéshez pedig elengedhetetlen. Az alábbi táblázatban röviden áttekintjük a hálótér előnyeit, melyek miatt elkészítése feltétlenül indokolt; illetve hátrányait amelyeket viszont gondos tervezéssel kiküszöbölhetünk.

A hálótér előnyei	hátrányai
Jó áttekintést nyújt a tevékenységek összességéről valamint ezek kölcsönös függőségi viszonyairól.	Ha a hálótér túl részletesre sikerül, akkor az ellenőrzés illetve módosítás munkaigénye meglehetősen nagy lesz.
Hozzásegít a projekt alapos végiggondolásához.	Ha a hálótér túl absztraktul épül fel, akkor pl. a technikusok vagy művezetők nem értik meg.
Relatív pontos előrejelzést adhatunk fontos részhatáridőkről.	Ha a hálótérbe nem ellenőrizhető tevékenységek is belekerülnek akkor nem reális határidők keletkezhetnek.
A kritikus út és a pufferidők ismeretében lehetőség van ésszerű erőforrás-gazdálkodásra.	Ha a hálótér számítógép segítségével készül és eredményei csak a tervező számára mond valamit a többieknek nem, akkor meginog az egész tervezésbe vetett bizalom.
Zavarok és csúszások ténye és várható következményei idejekorán észlelhetők.	Ha a korrekciók a hálótérben nem tartanak azonnal lépést a bekövetkező változásokkal, akkor egy idő után áttekinthetetlen lesz a folyamat.

A hálótér után minden esetben egy Gantt diagramot ismertebb nevén vonalas ütemtervet kell készíteni, amelyet a CPM típusú hálótér mintafeladatánál láttunk. Itt egész egyszerűen egy vízszintes időtengelyre a projekt tervezésének időhorizontját figyelembe véve (vagyis évek, hónapok, hetek, vagy esetleg órák az egységek) felrajzoljuk a tevékenységeket téglalapokként ábrázolva. A téglalap szélessége arányos a tevékenység elvégzéséhez szükséges idővel, a magassága pedig egységnyi. A kritikus utat szintén bejelölhetjük rajta, így a kapacitásstervezésnél rögtön látszik hogy erőforráshiány esetén mely tevékenységeket célszerű hátrább csúsztatni azaz későbbre halasztani.

Kapacitásstervezés

Az elkészült hálótér nemcsak a határidő-tervezés alapja hanem az erőforrások hozzárendelésének is. A hálótér alapján megszerkesztünk egy Gantt - diagrammot, melyből leolvashatjuk az egyidejű tevékenységek kapacitásigényét. Amennyiben nincs elegendő kapacitásunk hogy minden egyidejű tevékenységet elvégezzünk úgy tudomásul kell venni hogy a projekt határideje csúszni fog. A tervezés ebben az esetben abból áll, hogy melyik tevékenységet csúsztassuk el hogy a projekt a lehető legkevesebb csúszást szenvedjen. Erre egzakt algoritmus nem adható meg, hanem pl. kiválasztási szabályok alapján egy heurisztikus eljárás segít a megoldásban. Így az esetek többségében már megkezdett tevékenységet nem szakíthatunk meg azaz csak meg nem kezdett munkafolyamatot tolhatunk el. Ha több munkafolyamatból kell választani akkor azt toljuk el amelyik tartalékideje nagyobb. Ha ez alapján nem tudunk választani akkor azt toljuk el amelyiknek a kapacitásigénye kisebb. Ha ez alapján sem tudunk dönteni akkor rendelhetünk magasabb prioritást az alacsonyabb sorszámú tevékenységhez. Azt viszont feltétlenül figyelembe kell venni hogy egy tevékenység elcsúsztatása után megváltozik a pufferidő (csökken), ami a pufferidők újbóli meghatározását teszi szükségessé legalábbis az érintett részhálóban. Természetesen sokfajta ehhez hasonló prioritási szabály alkalmazható az aktuális helyzethez leginkább igazodva. A kapacitás-tervezés egyben költségtervezést is jelent, hiszen a szükséges kapacitások ismerete a projekt tervezett időtartama alatt egyúttal a költségtervezés alapja is.

Projektirányítás

Tudomásul kell venni hogy különösen K+F feladatok és termékfejlesztések esetén ahol előre nem látható zavarok valószínűleg igen nagy számban fognak jelentkezni, nem szabad a tervezési fázis eredményét (noha már lezártuk és zöld utat kaptunk a következő fázis megkezdéséhez) mint egy kőbe véssett itinert felfogni. Vagyis a tervezés a projekt megvalósulása során is tart, bár jelentősége jóval csekélyebb. A zavarokat két csoportba sorolhatjuk. Az egyik típus a külső vagy belső körülmények olyan megváltozása, mellyel nem tudunk megbirkózni, így muszáj a tervet (határidő, kapacitás, költségek), vagy akár az egész projektet „hozzáigazítani a valósághoz”. A másik típusba tartoznak azok a váratlan problémák, melyeket a menedzsment akár saját hatáskörben, akár a topmenedzsmenttel vagy a projekt kiírójával, de meg tud oldani. Az alábbi ábra egy ilyen projektirányítási körfolyamatot ábrázol.

A projekt befejezése után egy átfogó értékelésnek kell következnie, mely a menetközben vezetett részletes dokumentáción alapul. A lezáró értékelés témái röviden a következők lehetnek :

- Elértük e a célt ?
- Hogyan értük el ?
- Milyen problémák adódtak a házon belüli együttműködés során ?
- Milyen problémák adódtak a külső partnerekkel történt együttműködés során ?
- Hol voltak az erősségeink ?
- Hol voltak a gyengéink ?
- Mi az amit mindenki tanult a projektből ?
- Mit kellene a jövőben másként csinálni ?
- Konstruktív kritikák és dicsérek.

Ezen kérdések alapos végiggondolása és megvitatása hozzásegít minden résztvevőt aki a projektben dolgozott hogy saját gyenge és erős pontjait felismerje, felmérje a teammunka jellemzőit, hogy egy következő projektben még hatékonyabban vegyen részt. Mint ahogy a vegyészek mondják „nincs sikertelen kísérlet mert ha másként nem akkor negatív példaként még mindig felhozható” úgy a sikertelen projekt értékelése is fontos, hiszen a hibákból adott esetben még többet lehet tanulni.