

14. Termékéletút kezelés, a PLM. Termékadat menedzsment, a PDM

Napjaink mérnöki tevékenysége már nemcsak a termékek megtervezésére, a kapcsolódó számítógépes modellek megalkotására, illetve a szükséges gyártási dokumentáció elkészítésére irányul; hanem ezeknél a tevékenységeknél jóval átfogóbb jellegű, térben és időben is kiterjedtebb feladatokat is magában foglal. Mindezen feladatokat általában más mérnökökkel összehangolva, sok esetben globális méretű tervezői csoportokban kell megoldani. A tervezési folyamatok számítógépes támogatása csaknem teljes körűnek mondható, de ez nemcsak nyilvánvaló előnyökkel, hanem az exponenciálisan növekvő elektronikus adatmennyiség miatt konkrét hátrányokkal is jár. Emellett a tervezési feladatok komplexitását tovább növeli, hogy a tervezőmérnöknek egyre több esetben a szorosan vett tervezési feladatokon felül más munkákat is el kell végeznie. A következő kihívásokkal kell szembenézni a tervezési folyamat végrehajtásakor:

- ◆ az elektronikusan generált adatok tömegének áttekintése, kezelése;
- ◆ a termékadat teljes körű kezelése, az adatok változásainak követése;
- ◆ a térben és időben is kiterjedt csoportmunka támogatása;
- ◆ a tervezéshez kapcsolódó egyéb tevékenységek, folyamatok kezelése.

Ezeket a térben és időben is kiterjedt tevékenységeket csak komoly technikai háttér megléte mellett, adatbázis kezelésen alapuló háttérrendszerek segítségével lehet végrehajtani. Azon rendszereket, melyek szorosan csak a termékadat kezelésével foglalkoznak **PDM rendszereknek**; míg az ennél általánosabb célú felhasználásra, a termékek teljes életútjának a kezelésére is képes rendszereket **PLM rendszereknek** nevezzük. Az általános célú PLM rendszerek felépítésére a nagymértékű modularitás a jellemző. Egy ilyen PLM rendszer a magja napjaink komplett tervezői környezetének (14.1. ábra).



14.1. ábra. Moduláris PLM rendszerre épülő komplett tervezői környezet

14.1. Konkurens tervezés

14.1.1. Párhuzamosítási lehetőségek a tervezési folyamatokban

A különböző tervezés támogató háttérrendszerek konkrét ismertetése előtt célszerű áttekinteni az ezen rendszereket létrehozó körülményeket, ezek között is elsődlegesen a konkurens tervezés témakörét.

A **Konkurens Mérnöki Tevékenység (Concurrent Engineering** vagy **Simultaneous Engineering)** a termék párhuzamos, integrált tervezésének, gyártás folyamatainak valamint az egyéb támogató folyamatok módszeres megközelítése. Ez a megközelítés arra inspirálja a fejlesztőket, hogy a termék életciklusának minden fázisában figyelembe vegyék (kezdve a koncepcionálástól egészen a kiszállításig), a minőségbiztosítást, az ütemezést, és a felhasználói követelmények elemzését is.

A konkurens tervezés a gyakorlatban a tervezés logikai és időbeli párhuzamosítását jelenti. A **logikai párhuzamosítás** alatt a különböző tervezési részfolyamatok lehetőség szerinti párhuzamos végrehajtását kell érteni. Az **időbeli párhuzamosítás** a rendelkezésre álló erőforrások koncentrált, egy időben történő felhasználását kell érteni. Habár ez a párhuzamosításon alapuló feladat-végrehajtás külön kihívás elé állítja a háttérrendszereket, mégis olyan kimutatható és számottevő előnyökkel jár, amiatt a konkurens tervezés napjainkban széleskörűen elterjedté vált. Az Institute for Defense Analyses intézet szerint ilyen előnyök lehetnek a következők:

- ◆ 30% - 70% -al rövidebb fejlesztési időtartam;
- ◆ 65% - 90% -al ritkábban szükséges utólagos tervezési változtatás;
- ◆ 20% - 90% -al rövidebb piacrekerülési idő;
- ◆ 200% - 600% -al magasabb minőség;
- ◆ 20% - 110% -al magasabb mérnöki produktivitás.

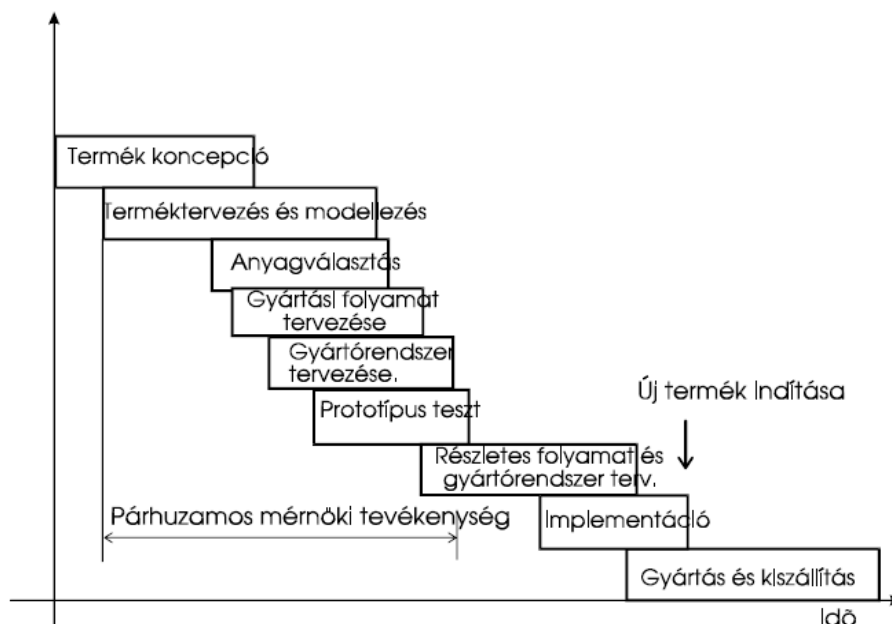
A konkurens tervezés támogatása a következő funkciók megvalósítását követeli meg az informatikai oldalt tekintve:

- ◆ adatok különböző földrajzi helyekről történő szimultán elérése;
- ◆ az adatok szimultán elérése közben az adatváltozások nyomon követése;
- ◆ átfogó, mindenre kiterjedő jogosultságrendszer használata az adatok elérésekor;
- ◆ különböző kapcsolódó folyamatok kezelése kiemelve a változáskezelő folyamatokat.

Könnyen belátható, hogy ezeket a feltételeket, csak korszerű, adatbázis kezelésre épülő informatikai rendszerekkel lehet biztosítani. Ezen felül meg kell említeni, hogy a tervezési folyamatok párhuzamos megoldása nem lenne lehetséges napjaink kifinomult, asszociatív CAD rendszerei nélkül. Például egy tipikus konkurens feladat-végrehajtás az, amikor a tervezőmérnök a formatervezés lezárulása előtt már elkezd elkészíteni a 3D-s testmodellt; valamint ennek a fázisnak a lezárása előtt elkezd készülni a termék dokumentációja; esetleg még a dokumentáció befejezése előtt elkezdik a gyártásra szolgáló eszközök, szerszámok tervezését. Ezeket a folyamatokat csak nagymértékben **integrált és teljesen asszociatív CAD rendszerek** megléte esetén lehet ilyen formában végrehajtani, hiszen csak a **kétirányú asszociáció** tudja biztosítani a különböző tervezési fázisokban történő változások tökéletes átvitelét folyamatok között. Jellemzően tekintve a **Top-Down tervezési folyamat** illeszkedik legjobban a konkurens tervezés megvalósításába.

14.1.1. Konkurens folyamatok bemutatása

A konkurens folyamatok relatív elhelyezkedése a termék életciklusában valahol a termék koncepcionális tervezése és a termék gyártásához szükséges eszközök tervezése között található. Ez terméktípusoktól és tervezési folyamat implementációtól is függ, de általánosan a koncepcionális tervezés, részlettervezés valamint a gyártástervezés folyamatait lehet paralellizálni (14.2. ábra).



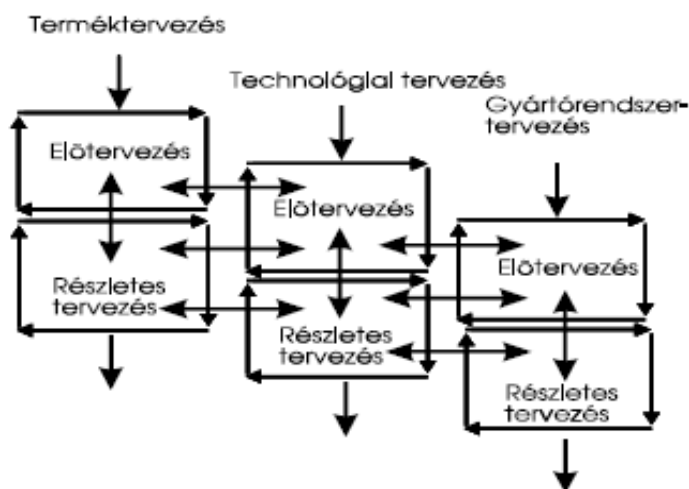
14.2. ábra. A konkurens tervezés relatív időbeli helyzete az életciklusban

A konkurens tervezés a bennfoglalt feladatok párhuzamosítására épül. Az egyik alapvető párhuzamosítási lehetőség a rendelkezésre álló **erőforrások egyidejű kihasználásában rejlik**. Ilyen erőforrások lehetnek a **humán** illetve a **gépi, jellemzően informatikai erőforrások**. Ezen erőforrások párhuzamos kihasználásának a tipikus példája, amikor több tervezőmérnök is ugyanazon feladat megoldásán dolgozik vagy amikor egy tervezőmérnök egyszerre több számítógépet is használ egy feladat megoldására (például az egyik számítógépen időigényes végeselemes szimulációt futtat, míg eközben egy másik számítógépen az ilyen számítás-hoz szükséges előkészítő munkát végzi).

A párhuzamosítási lehetőségek egy másik nagy csoportja az **egymást követő folyamatlépések párhuzamosítása**. A konkurens tervezés alkalmazása ezen a területen már sokkal nagyobb körülményt igényel és a bevezetése sem olyan magától értetődő, mint az erőforrások párhuzamosított kihasználásakor. Az egymásra épülés miatt külön elemezni kell, hogy logikailag milyen párhuzamos végrehajtási lehetőségek állnak a rendelkezésre. Emellett az informatikai környezetet és a végrehajtási folyamatot is megfelelően kell kialakítani, mert ezek hiányában a párhuzamosítás nemhogy időnyereséget, hanem számottevő idővesztést fog eredményezni. Az informatikai háttér kialakításánál az asszociatív CAD rendszerek valamint a kapcsolódó PDM/PLM rendszerek alkalmazása mellett ügyelni kell a fizikai egységeket összekötő média, jellemzően lokális vagy globális méretű számítógépes hálózat üzemeltetés és magas biztonsági szintű kialakítására is.

A folyamatok párhuzamosítás szempontból történő logikai elemzésénél alapvetően az **ismeretáramlás** elemzésére kell nagy hangsúlyt fektetni. Ilyenkor meg kell határozni, hogy milyen ismeretegységek milyen időbeni ütemezés szerint keletkeznek a folyamat egy adott szintjén. Ezután lehet meghatározni, hogy milyen ütemben lehet ismereteket átadni egy ráépü-

lő folyamatnak, valamint milyen ütemben várhatók visszacsatolt ismeretnek egy magasabb szintű folyamatból (14.3. ábra).



14.3. ábra. A konkurens tervezés ismeretáramlása

14.2. Termékmodellek, információmenedzsment

A konkurens tervezéshez kapcsolódó tervezési folyamatok mind az egységesített termékmodell fizikai megvalósításán alapulnak. Ezen termékmodell és az ezt jellemző termék-adatok tárolása, kezelése PDM/PLM rendszerekben történik. Jelen leírás nagyobb hangsúlyt fektet a PDM rendszerek részletes bemutatására, hiszen a PLM rendszerek a PDM rendszerek kibővítésén alapulnak és a két rendszertípus közötti határvonal egyre elmosódottabbá válik az idő előre haladtával.

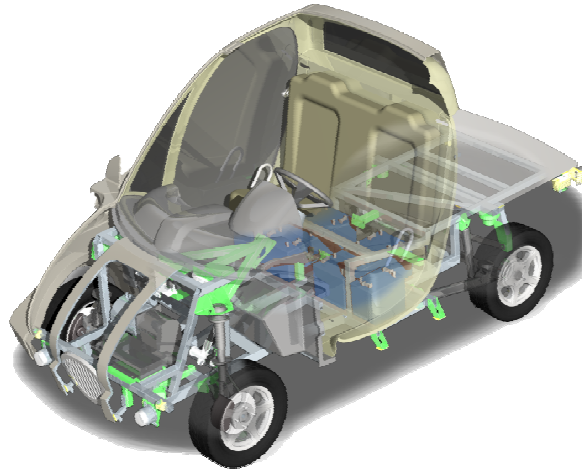
14.2.1. A termékmodell

A termékmodell (**Product Data**): a termék életciklusmodellje és mind tervezési (geometria, anyag, stb.), mind gyártási termékinformációkat tartalmaz. Régebben a termékmodell általában egy olyan, legtöbbször **3 dimenziós CAD modellt** jelentett, amelyhez számtalan termékjellemzőt kapcsoltak jellemzően valamilyen paraméter formájában. Napjainkban a termékmodell már egy olyan, egyre növekvő komplexitású számítógépes modellt jelent, amely nemcsak kapcsolt paramétereiben, hanem egyéb jellemzőiben is egyre jobban megközelíti a megvalósulásra kerülő terméket. Az ilyen modellek gyűjtőneve a **digitális mock-up (Digital Mock-Up)** vagy **virtuális termék (Virtual Product)**.

Az ilyen extrém nagy komplexitású számítógépes modellek létrehozásának az alapvető célja, a valóságban elvégzendő fizikai tesztek, vizsgálatok kiváltása. Ilyen vizsgálatok lehetnek:

- ◆ kinematikai és dinamikai szimulációk;
- ◆ különböző végeselemes módszeren alapuló számítások (szilárdságtani, áramlástan, stb.);
- ◆ ergonómiai vizsgálatok;
- ◆ formatervekkel kapcsolatos vizsgálatok (felületfolytonosság, tükröződés ellenőrzése);
- ◆ alapvető interferencia tesztek a különböző beépülő részegységek között;
- ◆ szerelhetőségi, karbantartási ellenőrzések.

Az ilyen virtuális prototípusok alkalmazása tipikusnak mondható a gépipar húzó ágazataiban úgymint a hadiiparban, repülőgép és járműiparban is (14.4. ábra).



14.4. ábra. Magas komplexitású járműipari digitális mock-up

14.2.2. Termékadatok kezelése

A **termékadat kezelés (Product Data Management, PDM)** definiálható, mint olyan eszköz, amely segít a mérnököknek és másoknak az adatok és a termékfejlesztési folyamat kezelésében. A PDM rendszerek kezelik a tervezéshez, gyártáshoz és a termék támogatásához szükséges adatokat. Továbbá a PDM több rendszeren keresztül és között is integrálja és kezeli a termék definíciójához tartozó folyamatokat, alkalmazásokat és információt.

Ezek a termékadatok kapcsolódhatnak a tervezési vagy a gyártási folyamatokhoz, tartalmazhatnak alapanyagra, specifikációra vonatkozó információkat is. Ilyen tipikus termék-adatok lehetnek:

- ◆ alkatrész azonosító, cikkszám vagy szabványszám;
- ◆ megnevezés vagy beszállító azonosító;
- ◆ alkalmazott mértékegység rendszer;
- ◆ költség vagy beszerzési ár;
- ◆ anyagjellemzők;
- ◆ tervezési utasítások és előírások;
- ◆ technológiai követelmények és előírások;
- ◆ kapcsolódó egyéb dokumentumok (jegyzőkönyvek, fényképek, mérési eredmények, stb.).

14.3. Adatbázisok és Adatbázis-kezelő rendszerek

A szerteágazó termékadatok tárolása megfelelő számítástechnikai háttér megléte nélkül napjainkban már elképzelhetetlen. Ezen rendszerek alapvetően adatok és az azokból kinyerhető információk strukturált tárolására szolgálnak, de emellett az adatok kezelését, változtatását, visszakeresését is nagymértékben megkönnyítik. Az Adatbázis-kezelő rendszerekkel kapcsolatban meg kell ismerkedni a következő fogalmakkal.

14.3.1. Adat

Adatoknak nevezzük az olyan strukturálatlan tényeket, amelyek tárolhatók, visszakereshetők, aktualizálhatók és újra tárolhatók. Ilyen adatok lehetnek tipikusan a mérések összegyűjtött eredményei vagy különböző forrásokból összegyűjtött rendszerezetlen, tények.

Az **adat** az alap építőegysége az információkezelés rendszerének. Ebben a rendszerben az **információ** képviseli a következő szintet, míg a hierarchia legmagasabb fokán a **tudás** áll. Néhány kitüntetett jelentőségű adattípus külön is említést érdemel. A **nyers adat** valamilyen forrásból érkező, de még feldolgozás előtt álló adatforma. Tipikus példája a nyers adatoknak a mérőkészülékből érkező elektromos jelek sorozata. Számítástechnikailag megkülönböztethetők a digitálisan tárolt adatok és az olyan speciális adatok, amelyek ezeken az adatokon végeznek különböző műveleteket. Ezeknek, a jellemzően végrehajtási instrukciókat tartalmazó adatoknak a gyűjtőneve a **program**. Viszont adattárolási szempontból különös figyelmet igényel a **metaadat (metadata)**, amely más adatok leírásának tekinthető. A metaadatok tipikus példája a könyvtári kartonok rendszere, hiszen egy karton pontos leírást ad egy adott könyvről, viszont maga az adat csak a könyvben található meg.

14.3.2. Információ

Információnak nevezzük a jelentéssel bíró tények, értékelt adatok halmazát. Az információ kinyerése az adatokból egy fontos feladata az Adatbázis-kezelő rendszereknek és azokat felhasználó mérnököknek. A kinyert információkon keresztül a rendezetlen adatok könnyebben áttekinthetővé, értelmezhetővé válnak.

14.3.2. Adatbázis

Az adatbázis (**Database DB**) hosszú ideig struktúrát formában tárolt információk gyűjteménye. Olyan integrált adatszerkezet, amely több különböző objektum előfordulási adatait **adatmodell** szerint szervezeten perzisztens módon tárolja olyan segédinformációkkal (metaadatokkal) együtt, melyek a hatékonyság, integritásőrzés, adatvédelem biztosítását szolgálják.

Az adatbázisok bizonyos szempontból a különböző adatmodellek fizikai megvalósításai. Az adatmodellek formális nyelven írhatók le, melyek értelmezését az Adatbázis-kezelő rendszerek végzik. Fontos az adatmodellek megismerése, mert enélkül az adatbázisok és az Adatbázis-kezelő rendszerek funkcióinak a megértése igen nehézkes. Jelenleg alapvetően 5 fő adatmodell típust lehet megkülönböztetni. Ezek az adatmodellek az adatok tárolásának és kezelésének és formátumát, valamint struktúráját írják le.

Az első ilyen adatmodell formátum az **egyszerű adatmodell (Flat model)**. Ebben a modellben az adatok táblázatos formátumban kerülnek tárolásra. A sorokban található az egyedi adatok, míg az oszlopokban pedig a különböző letárolt tulajdonságok.

A **hierarchikus adatmodell (Hierarchical model)** az adatokat fa struktúrában tárolja. Külön eszközök segítik a struktúra egy adott szintjén található adatok visszakeresését, listázását. Ilyen struktúrában különösen hatékonyan tárolhatók olyan adatok, melyek egymással szülő-gyermek kapcsolatban állnak, azaz egy-egy reláció áll fent közöttük (például tartalomjegyzékek, darabjegyzékek, stb.).

A **hálózati modell (Network model)** a CODASYL konzorcium specifikációjára épül. A specifikáció szerint ebben az adatmodellben az adatok rekordokban (tulajdonképpen a rekordok egyedi mezőiben) kerülnek tárolásra és ezeket a rekordokat csoportokba lehet szervezni. A csoportok tartalmazzák az egyes rekordok közötti, egy-több alapú kapcsolatokat leírását. Egy ilyen kapcsolatban egy adott rekordhoz több más rekord kapcsolódhat, így a leírás

hasonlít a fa struktúrához, de itt már bizonyos keresztreferenciák is létrejöhetnek. Ebben a modellben gyorsan lehet adatokat visszakeresni, de már az adatok kezelése, újrendezése meglehetősen erőforrás igényes.

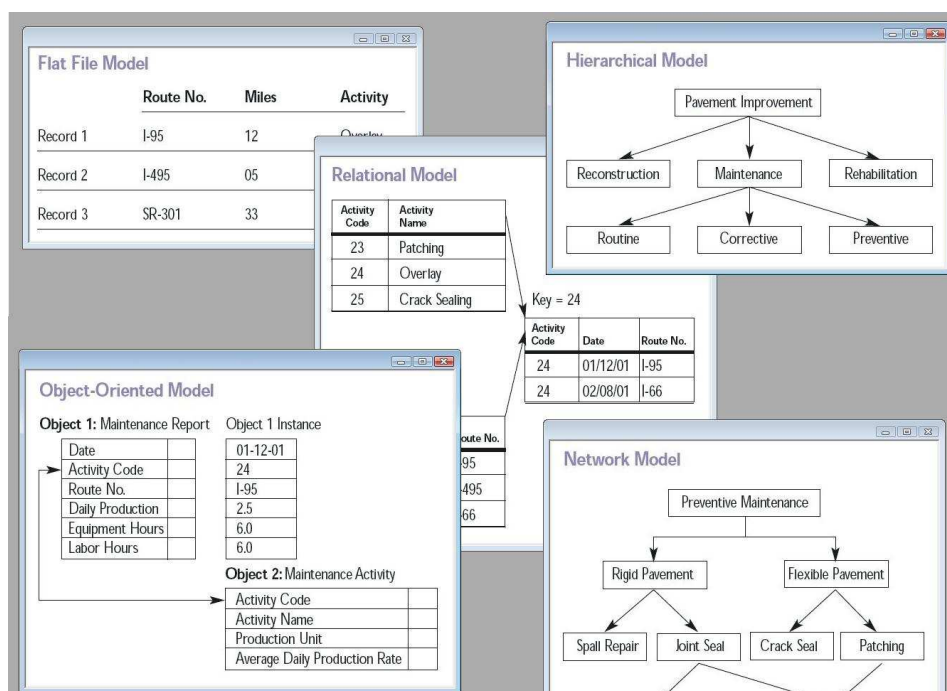
A **relációs adatmodell (Relational model)** az adatok közötti összefüggések tárolására épül. Az egyes adatok egyedi előfordulásait egy olyan táblázatban tárolja a modell, ahol az egyes sorokban az adatok értékeit, míg az oszlopokban specifikus tulajdonságok találhatók. Maga a táblázat az adatok közötti relációk fizikai megvalósulásának tekinthető. A relációs adatmodellben ezek a táblázatok az egyszerű adatmodell táblázataihoz hasonlóak és tetszőleges számban fordulhatnak elő magában az adatbázisban. Azzal, hogy egy adott adat több ilyen táblában is előfordulhat, azzal lehetővé válik több-több kapcsolatok egzakt leírására is. A relációs adatmodell napjainkban a elterjednek számít főképp a kiemelkedő rugalmassága miatt.

Az **objektumorientált adatmodell (Object-oriented model, Objectional model)** a programozásban már elterjedt metódust próbálja átültetni az adatbázis kezelés területére. Ebben a modellben az adatbázis intelligens objektumokból épül fel, amik rendelkeznek az objektumorientált programozás 3 alapvető tulajdonságával:

- ◆ becsomagolás (encapsulation): az objektum adatok és műveletek egységes kezelése;
- ◆ öröklődés (inheritance): az alacsonyabb szinteken lévő objektumokból (szülő) levezetett magasabb szintű objektumok (gyerek) öröklik a szülők tulajdonságait;
- ◆ többalakúság (polymorphism): ugyanazt az utasítást az egyes objektumok saját előírásainak megfelelően értelmezik.

Habár ez a modell jelentősen leegyszerűsíti mind a programozó munkát (a programozási és az adatbázis modell nagymértékű hasonlóságából adódóan), mind a felhasználást; jelenleg még teljesítményt tekintve nem hasonlítható össze a relációs modellen alapuló rendszerek teljesítményével.

A különböző adatmodelleket a következő ábra szemlélteti (14.5. ábra).



14.5. ábra. Különböző adatmodellek vizuális megjelenése

14.3.3. Adatbázis-kezelő rendszerek

Adatbázis-kezelő rendszer (DataBase Management System, DBMS): programrendszer, amelynek feladata az adatbázishoz történő hozzáférések biztosítása és az adatbázis belső karbantartási funkcióinak végrehajtása. Ezek a rendszerek biztosítják a háttérrel a következő adatbázis funkcióknak:

- ◆ **indexelés:** az adatbázis teljesítmény növelésének egy hatékony módszere, amely jelentősen felgyorsíthatja az adatok visszakeresésének a sebességét;
- ◆ **tranzakciók támogatása:** ami több adat egyidejű manipulálását teszi lehetővé beépített ellenőrzés mellett;
- ◆ **replikáció:** több adatbázis példány folyamatos frissítése és az automatikus átállás támogatása az elsődleges példány hibája esetén;
- ◆ **biztonsági funkciók kezelése:** hozzáférési jogosultságok és napló kezelése, titkosítás támogatása;
- ◆ **zárolás funkció:** tranzakción alapuló adatmódosítás esetén a rendszer addig zárolja a módosítás alatt álló adatokat, amíg a tranzakció sikeresen le nem zárul.

A DBMS rendszerek az adatbázis kezeléshez kapcsolódó alapfunkciókon kívül számos magasabb szintű kényelmi, biztonsági illetve adatkezelési szolgáltatással is rendelkeznek. A legfontosabb ilyen jellegű szolgáltatások a következők:

- ◆ **összetett lekérdezések támogatása (Query ability)** segítségével nagy bonyolultságú, sokszor egymásba ágyazott lekérdezéseket lehet elkészíteni jelentősen egyszerűsített nyelvezet használatával (például adott gyártótól milyen M10-es méretű kötőelemek találhatók az adott összeállításban);
- ◆ **továbbfejlesztett biztonsági mentés és replikáció (Backup and replication)** segítségével lehetőség van földrajzilag távol eső munkahelyek között is biztosítani az egységes adatbázis szerkezetet;
- ◆ **szabályok támogatásával (Rule enforcement)** lehetőség van például a hibás manuális adatbevitel számának csökkentésére (például egy kötőelemhez rendelt anyag nem lehet gyémánt);
- ◆ **biztonsági funkciók (Security)** lehetővé teszik az adatokhoz való hozzáférés, azok megváltoztatásával törlésével kapcsolatos engedélyek testreszabását mind egyéni, mind csoport szinten;
- ◆ **hozzáférési és változási naplók kezelésével (Change and access logging)** a DBMS rendszerek biztosítják a kapcsolódó műveletek végrehajtásának nyomonkövetését;
- ◆ **automatizált optimalizáció (Automated optimization)** megvalósításával a rendszer a végrehajtott műveletek statisztikai elemzésével el tud végezni magán olyan beállításokat, melyek segítségével növekszik az adott rendszer teljesítménye (például az indexelő szolgáltatás finomhangolásával növelni lehet az adatok visszakeresésének a sebességét).

14.4. PDM rendszerek főbb funkciói

A PDM rendszerek az egységes formátumú, integrált adatkezelésnek köszönhetően számos olyan funkciót valósítanak meg, melyek jelentősen tehermentesítik a mérnököket egyes mindennapos feladatok elvégzésének a tekintetében, illetve egyszerűbbé teszik az ada-

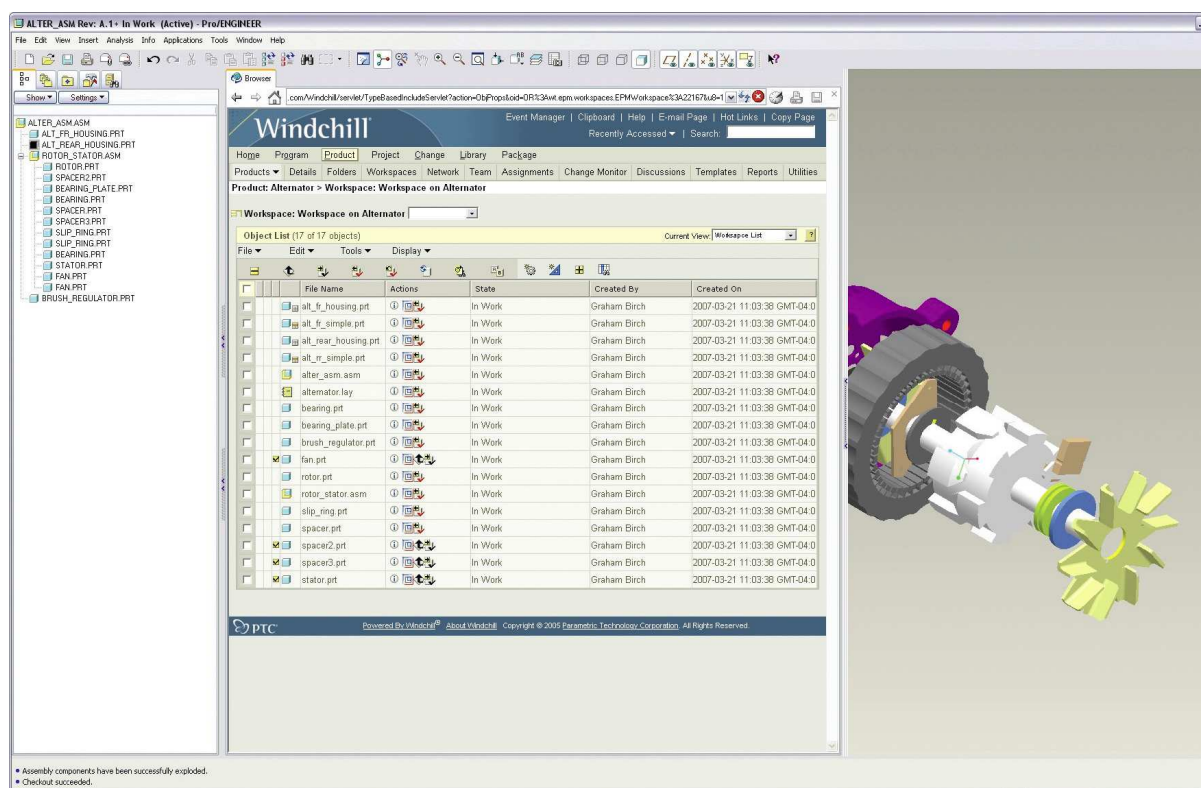
tok visszakeresését és újrahasznosítását, mindemellett lehetővé teszik nagyméretű és sokszor térben is szeparált tervezőcsoportok együttműködését.

14.4.1. Termékadatok kezelése, vizualizáció

A PDM rendszer egységes forrást biztosít a termékhez kapcsolódó összes adat struktúrált tárolására és kezelésére. Ezen felül a következő funkciókat nyújtja még:

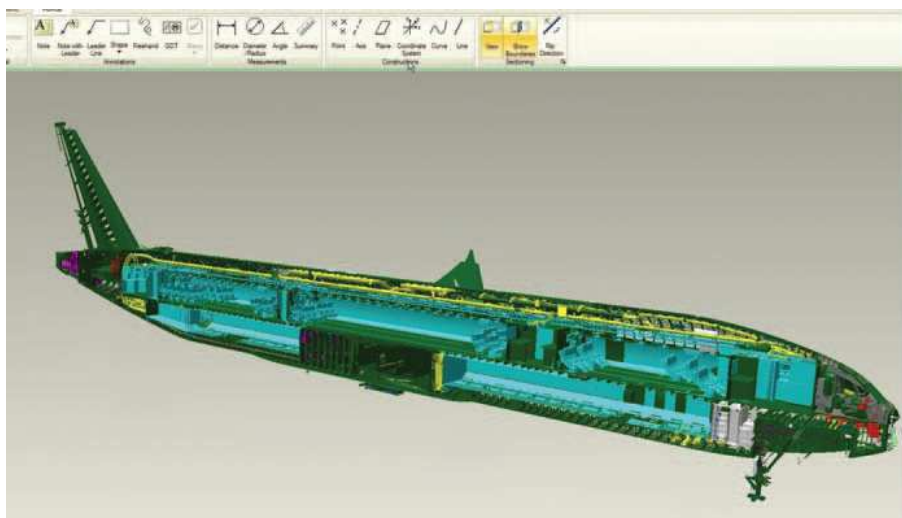
- ◆ **bármilyen adatformátum tárolása** és kezelése (heterogén CAD adatok, office dokumentumok, e-mail-ek, stb.);
- ◆ segíti az **információk** gyors megszerzését, **kikeresését**;
- ◆ biztosítja a legfrissebb CAD dokumentáció pontos megjelenítését (**előnézetek, robbantott ábrák**, stb.);
- ◆ megjeleníti a **termékstruktúrát (Bill of Material lists, BOM)** testre szabott formátumokban is, lehetséges annak importálása valamint exportálása a gyártásirányítási rendszerekkel való adatcsere érdekében.

Mindezekon a funkciókon kívül talán a modern PDM/PLM rendszerek egyik legfontosabb előnye az egységes termékadat kezelés. Itt azt kell érteni, hogy a rendszerek nem csupán adatokat tárolnak, hanem a termékek teljes digitális definícióját, beleértve a geometriai és gyártási adatokat, kapcsolódó dokumentumokat, jegyzőkönyveket és egyéb jellemzőket. Ezt a sokrétű információt egységes környezetben kezelik és jellemzően webes felhasználói interfészen keresztül képesek megjeleníteni a felhasználóknak (14.6. ábra).



14.6. ábra. CAD rendszer integrált WEB böngészőjében megjelenített termékadatok

A PDM/PLM rendszerek nemcsak kezelni tudják mindezeket az termékadatokat, hanem képesek egységes felületen vizuálisan is megjeleníteni azokat. A **vizualizáció** vitathatatlan előnye, hogy a CAD rendszerekben keletkezett alkatrészek és összeállítások megjelenítéséhez nem szükséges az ezen modelleket létrehozó CAD rendszer használata, hanem ehelyett a PDM rendszer felhasználói felületén lehet megtekinteni a modelleket. Természetesen ilyenkor a **3D-s modellek** tetszőlegesen **forgathatók** és **nagyíthatók**, emellett lehetőség van az **összeállítások szétrobbantására**, egyes **alkatrészek elrejtésére** vagy átlátszóvá tételére valamint **metszetek készítésére** is. További lehetőségek vannak a megjelenített modelleken **mérések elvégzésére** illetve, feljegyzések és 3D-s **megjegyzések hozzáadására**. Az ilyen vizualizációs feladatokhoz a PDM rendszerek a legtöbb esetben nem az eredeti CAD formátumot használják, hanem átkonvertálják egy speciális fájl formátumba, ami jelentősen kisebb méretű az eredeti modelleknél, mivel csak geometriai információt tartalmaz. A kisebb méretű fájlok miatt lehetőség van a vizualizáció web böngészőben történő megvalósítására is (14.7. ábra).



14.7. ábra. Nagy komplexitású modell megjelenítése WEB-es felületen

14.4.2. Mérnöki változtatások kezelése

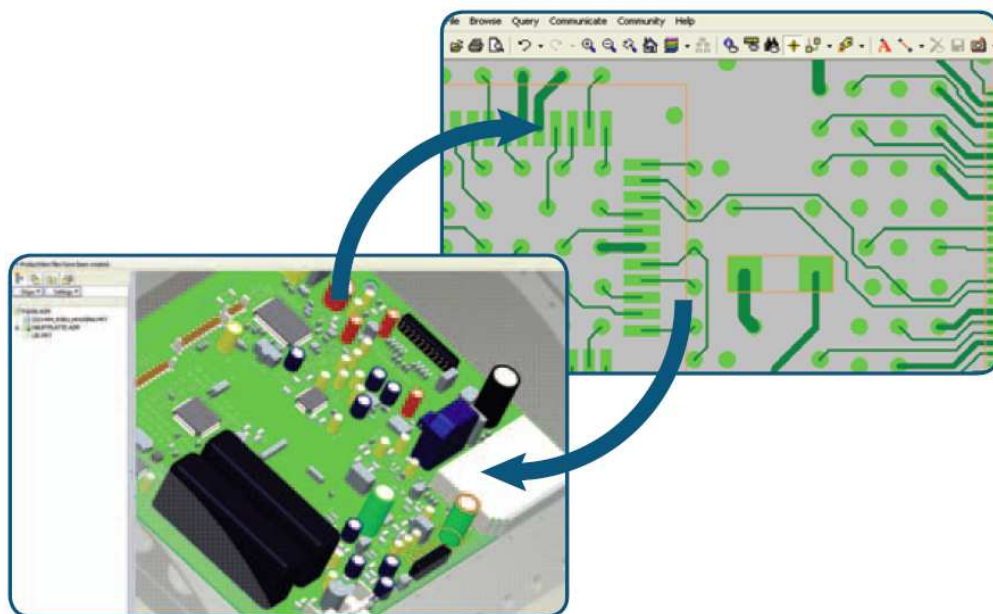
Az egyik legfontosabb funkció az adatok változásának nyomon követése, naplózása. Számos egyéb funkció épül erre a szolgáltatásra. A változások kezelése a következőket foglalja magában:

- ◆ **történetiség nyomon követése** (verziók és iterációk tárolása, lehetőség egy korábbi állapothoz való visszatérésre);
- ◆ **naplózás funkció** (adatváltozások, hozzáférések, tevékenységek rögzítése);
- ◆ **változásmenedzsment** (változaskérések, változási értesítések, kapcsolatos végrehajtási és jóváhagyási folyamatok kezelése).

A mérnökök napi munkája folyamán az egyik legnagyobb figyelmet igénylő feladat a használatban lévő modellek érvényességének ellenőrzése, azok változásainak nyomon követése. Mindezt hatványozottan nehezebb kivitelezni, ha az adott mérnök egy nagyobb csoportban látja el a feladatait. Itt nemcsak a nagy távolság jelent kihívást, hanem sokszor különböző időzónákban dolgoznak a csoporttagok.

Egy másik nézőpontból tekintve a változáskövetés témakörében külön kihívást jelent, hogy olyan **különböző tervezőcsoportoknak kell együttműködniük** ugyanazon a projekten, **melyek teljesen eltérő tervezőrendszereket használnak**. Tipikus példa erre az olyan fo-

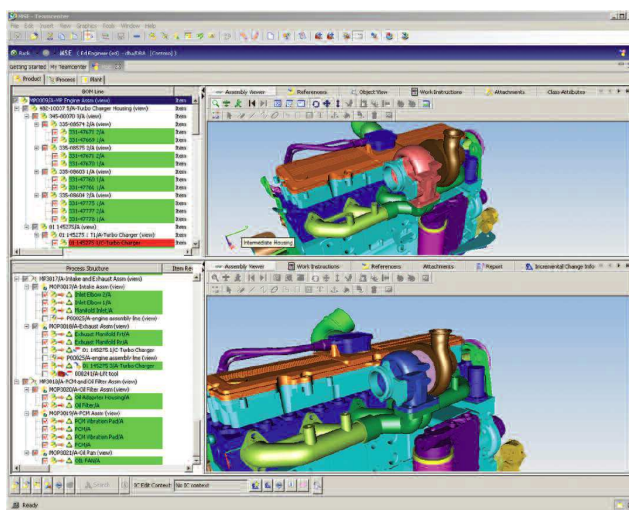
gyasztói termékek tervezése, melyek egyaránt tartalmazhatnak mechanikus és elektronikus komponenseket is. Ilyenkor, ha az elektronikát tervező kollégák valamilyen változást kezdeményeznek egy nyomtatott áramkörön, akkor az sok esetben további változásokat generálhat a burkolatokon. Ilyenkor a PDM rendszernek le kell kezelnie a különböző rendszerek (ez esetben az elektronikai ECAD és a gépészeti MCAD) adatait és célszerű külön értesítést is küldeni a változásban érintett mérnököknek is (14.8. ábra).



14.8. ábra. ECAD / MCAD kollaboráció a változásmenedzsment folyamatában

Manapság nemcsak a multinacionális, kifejezetten nagyméretű világcégeknél hanem a kisebb mérnöki szervezetekben is egyre nagyobb teret nyer a **mérnöki változások** megbízható és lehetőség szerint nagymértékben automatizált **követése**. Ezt csak a PDM rendszerek változásmenedzsment funkciójának a megfelelően testreszabott alkalmazásával lehet megvalósítani. Viszont amennyiben ez a funkció bevezetésre kerül egy szervezetnél, akkor lehet definiálni változási folyamatokat.

A változáskezelés témakörébe tartozik a termékek különböző **tervezési változatainak** a kezelése. Itt nemcsak arra kell gondolni, hogy különböző, általában egymáshoz hasonló termékváltozatokat kell tervezni, hanem a arról is, hogy sokszor a tervezés folyamán több egymással párhuzamos változat fut. Sokszor ezekből a változatokból csak egy kiválasztott változat kerül megvalósításra. A helyzetet tovább bonyolítja, hogy előfordul olyan szituáció is, hogy az egyébként megszűnő változatból egyes részmegoldások mégis átkerülnek a megvalósuló változatba. Ezeknek a problémáknak a kezelésére is található megoldás a PDM rendszerekben (14.9. ábra). **Különböző konfigurációkat lehet párhuzamosan futtatni** a tervezés folyamán. Arra is van lehetőség, hogy egyes tervezési ágak a tervezés egy adott fázisában vissza legyenek csatolva a végső változatba, mindeközben a rendszer automatikusan feltérképezi a változatok közötti különbségeket és javaslatokat tesz, hogy a változatok összefűzésekor az egyes részletek kialakítására.



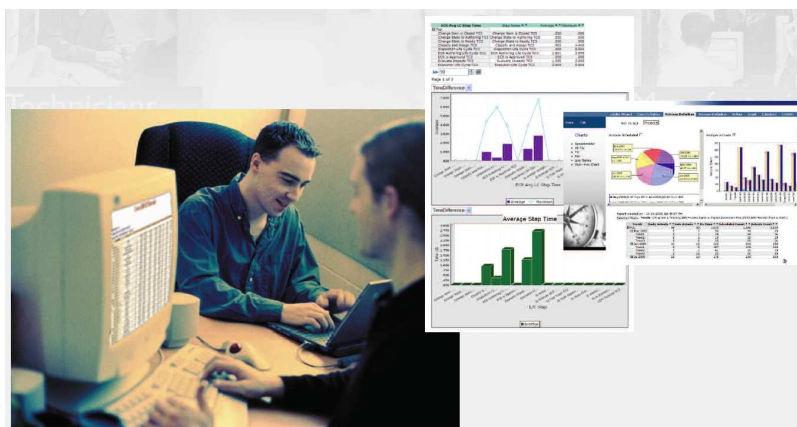
14.9. ábra. Különböző tervezési konfigurációk változásainak összehasonlítása

14.4.3. Csoportmunka támogatása

Fontos funkció a CE támogatása a párhuzamosan tevékenykedő tervezőcsoportok munkájához megfelelő háttér biztosításával. Ehhez a következő funkciók szükségesek:

- ◆ a rendszer garantálja, hogy egy adott modellt vagy dokumentációt **egyszerre csak egy felhasználó módosíthasson**;
- ◆ a jogosultságok szabályozásával **elkerülhetők a jogosulatlan hozzáférések**;
- ◆ **e-mail értesítés küldése** adott esemény esetén (jóváhagyás, módosítás, új verzió, stb.);
- ◆ **elektronikus aláírások támogatása** a változásmenedzsmenthez kapcsolódóan.

A fenti funkciókon kívül a csoportmunka támogatásához lehet sorolni a **döntéstámogató funkciókat** is, hiszen itt általában különböző munkakörben dolgozó munkatársakat kell összekapcsolni és biztosítani közöttük az információk megfelelő áramlását. A PDM rendszerek az egységes adatbázisra épülve képesek egységes módon, naprakész adatokkal ellátni a döntési folyamatban résztvevőket. Ezen támogatás alatt nemcsak a kiválasztott adatok vizualizációját jelenti, hanem különböző más jellegű kigyűjtések, statisztikák vagy egyéb származtatott kimutatások sokrétű megjelenítését is (14.10. ábra).



14.10. ábra. Származtatott adatok megjelenítése a csoportmunka támogatás keretében

14.4.4. Folyamatmenedzsment

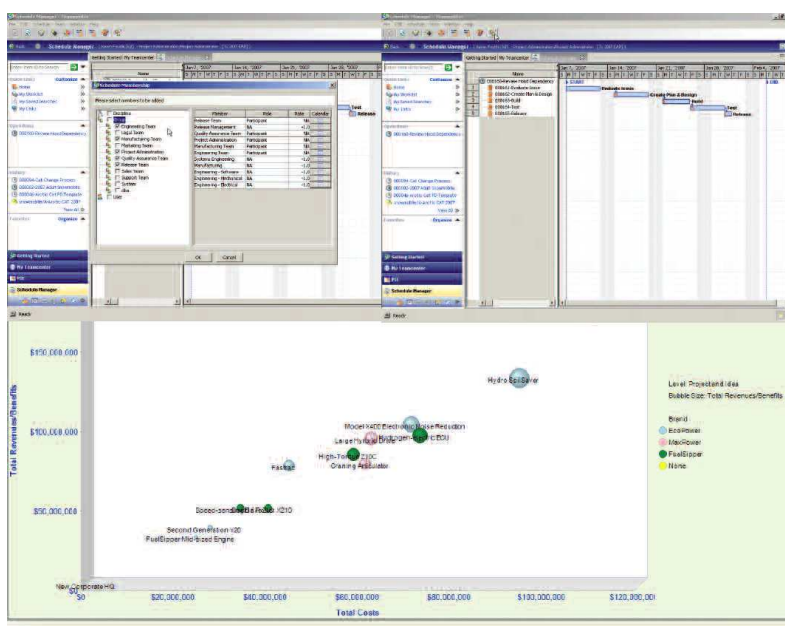
A PDM-mel kapcsolatos tevékenységek magasabb szintű kontrollálásának a támogatását szolgálja a folyamatmenedzsment szolgáltatás. Ennek fő összetevői a következők:

- ◆ folyamatba bennfoglalt szerepkörök és **szereplők meghatározása**;
- ◆ **feladatlisták definiálása** (szereplők, tevékenységek, határidők és értesítések);
- ◆ **folyamatok automatizálására** workflow motor alkalmazásával (feladatlisták automatikus léptetése);
- ◆ **folyamatok nyomon követése** (státusz, döntési pontok megjelenítése);
- ◆ komplex **termék életciklusok építése** az előre definiált folyamatokból (és speciális kapu folyamatokból).

Tipikus példája a folyamatmenedzsmentnek a **változási folyamatok nyomon követése**. Ezekben a folyamatokban ki lehet jelölni a változást kezelő vagy jóváhagyó szerepköröket, ezekhez a szerepkörökhöz konkrét személyeket és helyettesítő személyeket lehet rendelni. Azt is meg lehet határozni, hogy a változási folyamatban mikor és ki kapjon **értesítés a változásokról** illetve a kapcsolódó teendőkről. Ezeknek az értesítéseknek a kiküldését is lehet automatizálni, például úgy, hogy az értesítés küldését automatikusan egy adott eseményhez kötik.

A **folyamatmenedzsment** lehetőségeinek a legmagasabb szintű kihasználását az jelenti, ha egy termék vagy termékcsalád teljes életciklusához kapcsolódó összes nyilvántartási folyamat a PDM rendszeren keresztül fut. Ilyenkor az adott termék tervezéséhez közvetlenül kapcsolódó adatokon kívül még számos egyéb adatot is el lehet tárolni, melyek például a környezetgazdálkodással vagy a szervizeléssel kapcsolatosak.

A folyamatok lefutása is jelentős információtartalmú adatot generál, melyeknek a kinyerése, további elemzése szintén fontos lehet a folyamatok áttekintésénél és elemzésénél (14.11. ábra).



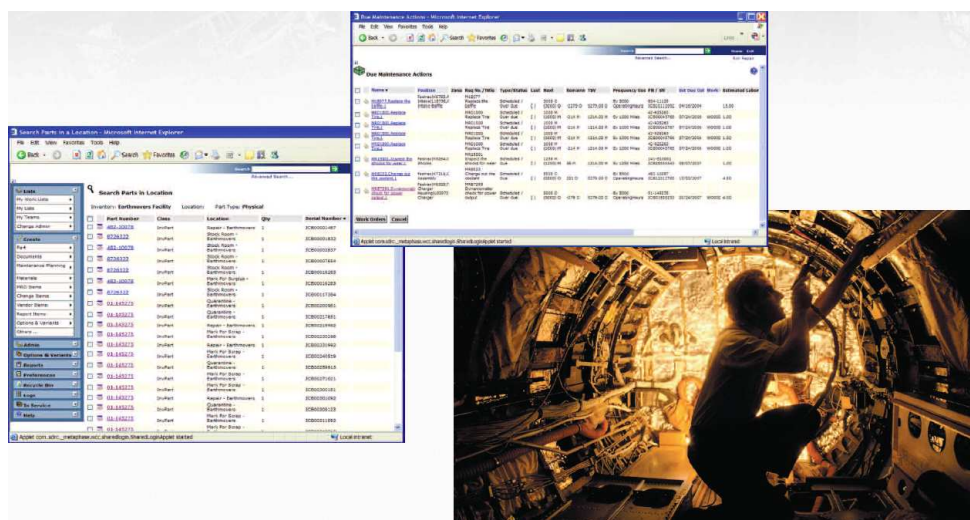
14.11. ábra. Származtatott adatok megjelenítése a csoportmunka támogatás keretében

Az ilyen származtatott adatok jellemzően a folyamat időbeli lefutásával és a hozzárendelt költségekkel kapcsolatosak. Már az is komoly előnyökkel jár, ha a döntéshozóknak lehetőségük van ezeknek a folyamatosan monitorozott adatoknak a megismerésére, de a különböző jövőbeni fejlesztések már túlmutatnak az adatok kizárólagos gyűjtésén és azok további elemzésére és az eredmények alapján magára a folyamatok optimalizálására irányulnak.

14.5. Kitekintés a PLM rendszerekre

A PLM (Product Lifecycle Management) rendszer bizonyos szempontból a PDM rendszer kiterjesztése a termék teljes életútjára. Így a PLM rendszer magában foglalja még a következő területek kontrollálását is:

- ◆ prototípusok készítése;
- ◆ gyártás;
- ◆ utángyártás;
- ◆ alkatrész utánpótlás;
- ◆ szerviz (14.12. ábra).



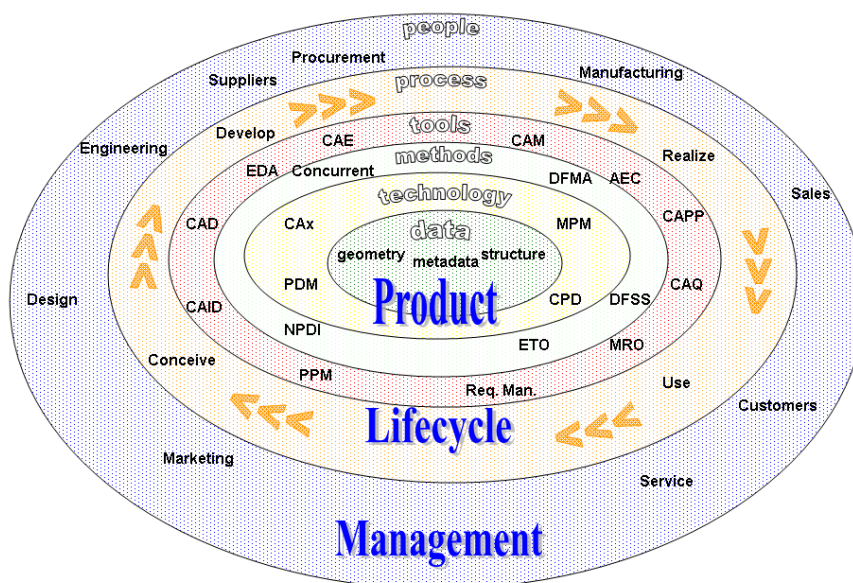
14.12. ábra. PLM rendszerek alkalmazása a termék életciklusának szerviz periódusában

A PLM rendszerek jövőképében egyre fontosabb szerepet kap az **együttműködő csoportmunka támogatása**, amely lehetővé teszi a földrajzi helyzettől független feladatmegosztást, lehetőséget biztosítva a folyamatok további optimalizálására. További cél a termék életciklus során a „digitális termék” előnyeit kihasználva még inkább előtérbe helyezni azt az innováció során a fizikai reprezentálással szemben. Ezeknek a funkcióknak köszönhetően a PLM rendszerek alkalmazása a következő mérhető előnyökkel jár:

- ◆ a termék piacra kerülésének az ideje jelentősen csökken;
- ◆ javul a termék minősége;
- ◆ csökkennek a prototípus költségei;
- ◆ idő- és költségbecslés tekintetében is pontosabb árajánlatok készítése;
- ◆ piacbővítési és bevétel növelési lehetőségek könnyebb felismerése;
- ◆ megtakarítások a már megtervezett termékek újrahazsnosításával;

- ◆ keretrendszer a termékoptimalizáláshoz;
- ◆ hulladékok, selejt csökkentése;
- ◆ megtakarítások a teljes tervezési folyamat integrálásával;
- ◆ segítség a különböző szabványoknak történő megfelelési dokumentumok készítésében;
- ◆ lehetőség a szerződött gyártó partnerekkel történő adatmegosztásra.

A fenti előnyök eléréséhez a PLM rendszerek számos speciális szakmodullal segítik a mérnökök munkáját (14.13. ábra). Ezeket a sokrétű programmodulok a következő **5 fő területen** állnak rendelkezésre.



14.13. ábra. PLM rendszerek felépítése és működési területei

Rendszer Tervezés (Systems Engineering, SE). Ez a szakterület a fogyasztói/megrendelői igények felmérésével, kategorizálásával és elemzésével foglalkozik. Az így összegyűjtött és rendszerezett információk alapján a vonatkozó programmodulok segítik a rendszerek tervezését és a termék koncepciók kialakítását.

Portfólió menedzsment (Product and Portfolio Management, PPM). A szakterület célja a futó és felfüggesztett projektek monitorozása, nyilvántartása. Új termékek kifejlesztésénél az ide tartozó szakmodulok figyelik a fejlesztési folyamat előrehaladását és annak az esetleges elmaradását az ütemezéshez képest. Ezek a programmodulok segítséget tudnak nyújtani az olyan döntések meghozatalában, amikor csökkenteni kell a termék valamilyen minőségi jellemzőjét valamilyen más jellemző javítása végett vagy esetleg a rendelkezésre álló erőforrások korlátozottsága miatt (trade-off decisions).

A **Tervezőrendszerek (Product Design, CAx)** biztosítják a technikai háttérrel a termék megtervezésére és virtuális tesztelésére. Itt nemcsak a gépészeti CAD rendszerekre kell gondolni, hanem a más területet lefedő tervezőrendszerekre (például elektronikai tervezőrendszerek, ECAD), vagy szimulációs szoftverekre (szilárdságtani, áramlástan és egyéb szimulációs szoftverekre) is.

A **Gyártástámogató Rendszerek (Manufacturing Process Management, MPM)** segítségével jelentősen felgyorsítható a termékek előállításához szükséges gyártási folyamatok megtervezése. Ezek a rendszerek segítik a fizikai gyártás folyamatainak az ésszerűsítését és ütemezését is.

Végül a **PDM Rendszerek** fogják össze és kezelik a termékek adatait azok teljes életciklusa alatt a koncepcionális tervezés kezdeti fázisától egy termék életciklusának az utolsó lépéseként is értelmezhető fizikai újrahasznosításig.

Zárszóként elmondható, hogy a PDM/PLM rendszerek fejlődése töretlen és egyre gyorsuló tendenciát mutat. Jellemző a jelenlegi fejlesztésekre, hogy **egyre több szakterületet** kívánnak lefedni ezekkel a rendszerekkel az iparági szereplők. Hacsak a termék életciklusának a két szélső pontját vizsgáljuk, akkor is látható, hogy jelentős fejlesztések vannak például átfogó koncepcionális tervezőkörnyezet kialakítására illetve a karbantartást egyre jobban lefedő szakmodulok kifejlesztésére (14.14. ábra). Mindezek mellett a fejlesztések egy másik alapvető iránya, hogy a PLM rendszereket ne csak a multinacionális szervezetek **alkalmazzák**, hanem az oda beszállító **kisebb cégek is**. A jövőben a PLM rendszerek alkalmazása elkerülhetetlen a mérnöki tervezésben, mert enélkül már nem tud jelentősen javulni a tervezési folyamatok hatékonysága és egyéb ebből származtatott üzleti mutatói.



14.14. ábra. PLM rendszerek alkalmazása repülőgépek karbantartásában