

**MISKOLCI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI KAR**



**ÉPÍTŐELEMES BERENDEZÉSEK FELHŐALAPÚ SZÁMÍTÓGÉPES
TERVEZÉSE KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A SZÁLLÍTÓSZALAGOKRA**

Ph.D. értekezés tézisei

Készítette:

Wagner György

okleveles gépészmérnök

Hatvany József Informatikai Tudományok Doktori Iskola
Anyagáramlási rendszerek és logisztikai informatika tématerület
Logisztikai Intézet

DOKTORI ISKOLA VEZETŐ

Prof. Dr. habil. Szigeti Jenő

egyetemi tanár

TÉMATERÜLET VEZETŐ

Prof. Dr. habil. Illés Béla

egyetemi tanár

TÉMAVEZETŐ

Prof. Dr. habil. Illés Béla

egyetemi tanár

TÁRSTÉMAVEZETŐ

Prof. Dr. habil Kovács László

egyetemi tanár

Miskolc
2023

Wagner György

**ÉPÍTŐELEMES BERENDEZÉSEK FELHŐALAPÚ SZÁMÍTÓGÉPES
TERVEZÉSE KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A SZÁLLÍTÓSZALAGOKRA**

PhD értekezés tézisei

TÉMAVEZETŐ

Prof. Dr. habil. Illés Béla

egyetemi tanár

TÁRSTÉMAVEZETŐ

Prof. Dr. habil Kovács László

egyetemi tanár

Miskolc

2023

Védési Bizottság

Elnök:

Prof. Dr. Szigeti Jenő

Miskolci Egyetem, egyetemi tanár

Titkár, tag:

Dr. Telek Péter

Miskolci Egyetem, egyetemi
docens

Tagok:

Prof. Dr. Kerekes Benedek

Nyíregyházi Egyetem, professor
emeritus

Prof. Dr. Bíró István

Szegedi Tudományegyetem, dékán,
egyetemi tanár

Prof. Dr. Radeleczi Sándor

Miskolci Egyetem, egyetemi tanár

Pótelnök:

Prof. Dr. Tamás Péter

Miskolci Egyetem, egyetemi tanár

Póttitkár, tag:

Dr. Veres Péter

Miskolci Egyetem, egyetemi
adjunktus

Póttag:

Dr. Baksáné Dr. Varga Erika

Miskolci Egyetem, egyetemi
docens

Opponensek:

Dr. Bányainé Dr. habil. Tóth Ágota

Miskolci Egyetem, egyetemi
docens

Prof. Dr. Véha Antal

Szegedi Tudományegyetem,
egyetemi tanár

Pótopponens:

Prof. Dr. Gubán Ákos

Budapesti Gazdasági Egyetem,
professor emeritus

TARTALOMJEGYZÉK

1	Bevezetés	6
2	Szakirodalmi áttekintés és célkitűzés	7
3	Kutatási eredmények	11
3.1	A kidolgozandó rendszer	11
3.2	Modell építőelemes berendezések tervezésére	11
3.3	Felhőalapú építőelemes tervező program architektúrája	14
3.4	A moduláris tervezést végző algoritmus	17
3.5	A modell és az algoritmus alkalmazása szállító-szalagokra	22
4	Összefoglalás	26
5	Summary	28
6	Új tudományos eredmények	30
7	New scientific results	31
8	Értekezés témakörében használt saját publikációk	32
9	Értekezés témakörében használt további publikációk	35

1 BEVEZETÉS

Napjainkban egyre inkább terjednek az olyan logisztikai berendezések, amelyek különféle építőelemekből, alkatrészekből épülnek össze. A tervezés ezekben az esetekben tulajdonképpen nem csak a hagyományos, az egyes elemeket érintő mechanikai tervezés, hanem már meglévő építőelemeknek olyan moduláris vizsgálata, hogy hogyan lehet azokból egy kész berendezést létrehozni. Az egyes modulok tervezése mellett feladat a modulok integrálása, illesztése, kompatibilitás vizsgálata. A moduláris tervezés előnye, hogy az összetettebb modulok („építőelemek”) felhasználásával jelentősen felgyorsulhat a tervezés folyamata. A moduláris, logisztikai célú berendezések közül is ki lehet emelni a konvektorokat, a szállítószalagokat, és egyéb más berendezéseket.

A számítógépek, illetve az informatika fejlődése napjainkban lehetővé teszi az előzőleg említett berendezések építőelem elv alapján történő hatékony megtervezését. A tervezés folyamata során a az elvárt teljesítményt biztosító paraméterek adataira építve kell a kívánt berendezést összeállítani. A rendszer kiválasztja az illeszkedő megoldásokat, amelyekből több is lehet. Az elvárásoknak így több összeállított berendezés is megfelelhet. Ezekből kiválasztva, értékelve, és hangolva választható ki az optimális változat úgy, hogy egy megfelelő célfüggvény segítségével rangsorolhatjuk a megoldásokat.

A korábbi tervezéseknél is lehetséges volt az építőelem elv használata, de ez megkövetelte több nagy terjedelmű, akár 1000 oldalas katalógusok hatékony kezelését. Ezen segít napjainkban az adatkezelés felhőalapú megvalósítása. A számítógépes tervezés felhőalapú megvalósítása miatt egyrészt platform független lesz a tervezést támogató program, így a modulokból építkező tervezés is, másrészt (a lokális telepítésű rendszerekkel összevetve) az adatbázist, és a modulokra épülő tervező programot is elegendő a felhőben folyamatosan frissíteni.

A későbbiek során ezt az egész folyamatot szeretném bemutatni egy építőelemes logisztikai berendezésre, egy szállítószalag tervezésre vonatkozóan.

2 SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

A kutatási terület relevanciáját a témakör publikációs statisztikáján keresztül elemeztem.

A szakirodalom áttekintéséhez olyan korszerű Internet alapú keresőket, keresőmotorokat használtam, amelyek elsősorban a tudományos publikációk főbb adatait tárolják, és lehetőségeket biztosítanak különböző szempontok alapján történő kigyűjtésre. Fontos a szakirodalom kutatása során azt is figyelembe venni, hogy a publikációk címében történő keresések sok esetben adhatnak téves találatot. A részletes vizsgálatnál ezért mindenképp egyesével meg kell vizsgálni ezeket a publikációkat, és a vizsgálat eredményét értékelve kell a következtetéseket meghozni.

A kutatás során több keresőmotort is használtam. Ezek:

- a Scopus (<https://www.scopus.com>),
- a Google Scholar (<https://scholar.google.com>),
- a Web of Science (<https://webofscience.com/wos>) valamint
- a Science Direct (<https://www.sciencedirect.com>).

Mivel a Scopus által nyilvántartott cikkek lektoráltak, és minősített folyóiratban megjelent publikációk, ezért a találatok száma itt várhatóan lényegesen kevesebb lehet, mint például a Google Scholar esetében.

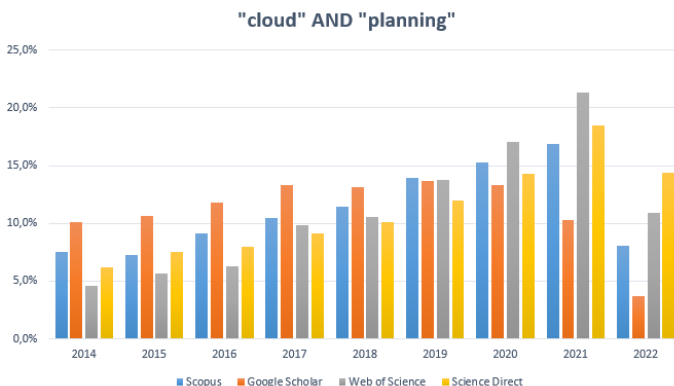
A legfontosabb mutató a publikációs intenzitás időbeli változása. Internetes források szerint a felhőtechnikák megjelenése érdemben 2014-re tehető. Bár készültek publikációk a felhőtechnika lehetőségeiről, biztonsági kockázatairól korábban is, de alkalmazni csak ezekben az években kezdték el. Ezért a kereséseket a 2014-2022 évekre fogom korlátozni.

Következő lépés a kereső szavak (kulcsszavak) meghatározása. Sok kulcsszó megadása kevés találathoz, míg kevés kulcsszó túl sok találathoz vezethet. Ezért két változatba csoportosítottam a kulcsszavakat, és úgy hajtottam végre több keresést, hogy ugyanazon változaton belül minden egyes keresés egyfel több kulcsszót tartalmazott. Az értekezés címéhez, témájához illeszkedően a következő keresési mintákat használtam:

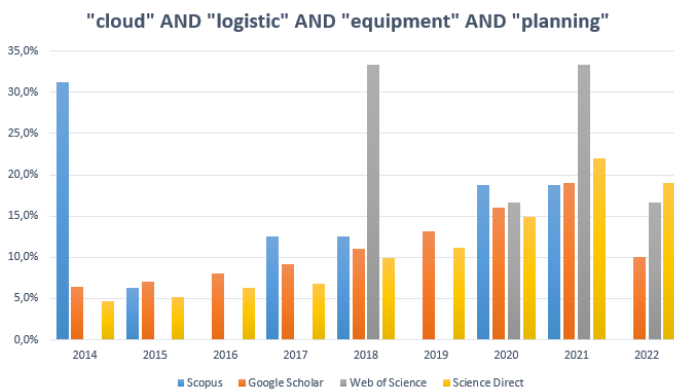
- (1) - „cloud” AND „planning”;
- (2) - „cloud” AND „logistic” AND „planning”;

- (3) - „cloud” AND „logistic” AND „equipment” AND „planning”.
- (4) - „cloud” AND „modular” AND „planning”;
- (5) - „cloud” AND „modular” AND „logistic” AND „planning”.

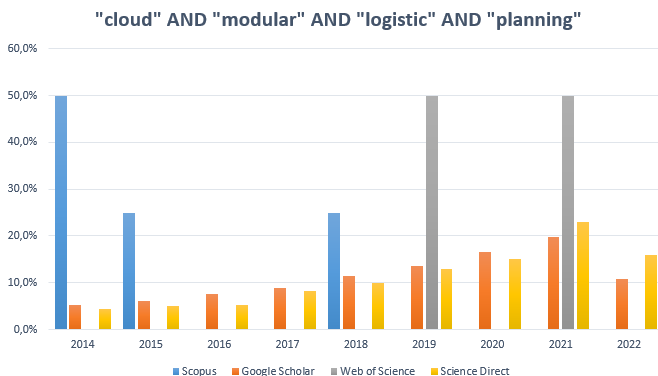
Átfedések várhatóan lesznek a különböző keresők azonos kulcsszóra épülő keresési találatai között, de ez lényegében nem befolyásolja azt, hogy az elmúlt években született cikkek száma az értekezés témájához arányaiban hogyan illeszkedik. Terjedelmi okok miatt a téziszűzetben csak az (1), a (2) és az (5) keresési minták eredményét szemléltetem grafikusan.



2.1 ábra Publikációk számának százalékos értéke évek szerint



2.2 ábra Publikációk számának százalékos értéke évek szerint



2.3 ábra Publikációk számának százalékos értéke évek szerint

Az (5) keresési minta eredményeit tekintve az egyes években megjelent keresési szempontnak eleget tevő publikációk száma rendkívül alacsony volt, sőt a keresők több év esetében nem is találtak ilyen kulcsszavakkal megjelölt publikációkat. Ennek eredményeképpen, ha a fennmaradó évek valamelyikében készült is 2-3 publikáció, annak darabszáma százalékosan arányítva a többihez teljesen félrevezető következtetésekhez vezethet. A Google Scholar valamint a Science Direct adatbázisaiból kinyert darabszám ugyanakkor egyenletesen növekvő arányú publikációs tevékenységre utal.

Összefoglalóan megállapítható, hogy a kulcsszavak megfelelő szelekciós erővel rendelkeznek, és relevánsak, valamint hogy a publikációk számának százalékos értéke évek szerint elemezve a legtöbb publikációs adatbázis szerint növekvő számú publikációt jelez, azaz az értekezéshez köthető kulcsszavak alapján a kutatási téma iránt egyre nagyobb az érdeklődés.

A legtöbb hivatkozást kapott publikációkat elemezve megállapítható, hogy a megadott szűrési feltételeket használva ezen publikációknak nagy része csak részlegesen kapcsolódik a kutatási témához. A részlegesen illeszkedő publikációk több esetben gyártórendszereket vizsgálva mutatnak be olyan módszereket, amelyek segítségével a gyártórendszer egyes elemeinek tervezése egyszerűsödik, illetve olyan üzemeltetési algoritmusokat, amelyekkel egy rendszer működési hatékonysága nő. A legtöbbet hivatkozott publikációk között nincs olyan, amely teljesen lefedné az értekezés kutatási témáját. Ezek alapján megalapozottnak tartom az értekezés kutatási témáját.

Az értekezés témáját eddigi kutatásaim, azok eredményei és a projektek keretén belül készült publikációim indukálták. Az irodalom elemzése alapján az értekezésnek az alábbiak a célkitűzései:

ki kell dolgozni egy olyan modellt, amely logisztikai berendezések moduláris (építőelem elvű) tervezését támogatja;

ki kell dolgozni egy olyan felhőtechnológián alapuló architektúrát, amely alkalmas a fenti modell működésének biztosítására;

ki kell dolgozni egy olyan algoritmust, amellyel optimalizálható a modulok kiválasztása, integrálása, karbantartása.

A logisztikai rendszerek rendkívül összetettek. Ezek problémamentességét úgy lehet garantálni, hogy az egész rendszert egységében kell kezelni. Ekkor már a tervezés során felmerül az a kérdés, hogy az egyes komponensek milyen feladatokat lássanak el, és hogy fognak tudni egymással kommunikálni. Ezért tartom kiemelten fontos feladatnak a logisztikai rendszerek egységes architektúrájának kérdését már a tervezés kezdetétől fogva. Ennek keretén belül foglalkozni kell azzal, hogy az együttműködő rendszerek milyen információkat osszanak meg egymással. Ezért ki kell dolgozni egy új architektúra modellt. Három TÁMOP projekt keretén belül foglalkoztam ezzel a kérdéskörrel, és készítettem ezekből publikációkat. [S9][S10][S11]

Egyetemi oktatói, kutatási tevékenységemet 1985-ben az akkori Szállítóberendezések Tanszékén kezdtem. Több K+F munkába kerültem bevonásra, ahol munkatársaimmal a szállítóberendezések számítógéppel történő tervezésének optimalizálási kérdéseit, a tervezés elméleti kérdéseit, és azok lehetséges válaszait kutattam, majd készítettem rá különböző számítógépes programokat, amelyek terjedelmük és összetettségük miatt szinte minden esetben több modulban kerültek megvalósításra. [S12][S13][S14][S15][S16]

Mindig fontosnak tartottam az informatikai biztonságot, így a 2013-ban megrendezett OGÉT XXI. konferenciára a felhőalapú tárolás biztonsági kérdéseivel foglalkozó cikket írtam, és tartottam erről előadást. Ugyanezzel a témakörrel foglalkozó cikkem jelent meg a GÉP folyóirat 64-es számában. A felhőtechnológiával később is foglalkoztam, így az értekezés kutatási témájában megfogalmazásra kerülő felhőalapú számítógépes tervezést kifejezetten érdekesnek, és szakmailag is indokoltnak tartom. [S7][S8]

3 KUTATÁSI EREDMÉNYEK

A fejezetben összefoglaló jelleggel bemutatásra kerülnek a célkitűzésekben felvázolt kutatási területek tekintetében elért eredmények. Kitértem a felhőtechnológia áttekintésére, rövid bemutatására. a kapcsolódó területeken készült kutatásokra, azok eredményeire. Ennek eredményeképpen megállapítható volt, hogy építőelemes számítógépes tervezés kifejezetten felhőtechnológiára alapozott tématerületen nem volt fellelhető publikáció. Felhőalapú gyártástervezésre azonban készült egy részletes, jól dokumentált publikáció, amely szerint minél összetettebb volt a gyártástervezési feladat, annál kisebb időt igényelt a gyártástervezési feladat. (A Wei Wei, Feng Zhou, Feng-Fei Liang: „Product platform architecture for cloud manufacturing” [13]) A publikáció három pekingi telephelyű gyártócégre alapozva implementálva az általuk javasolt módszert, megállapította, hogy a legösszetettebb feladatok esetében az közel kétszer olyan gyors volt, mint a hagyományos.

3.1 A kidolgozandó rendszer

Összefoglalva a korábbi fejezetekben leírt állításaimat:

- indokolt egy építőelemes berendezés tervezésére alkalmas modell kidolgozása, mert hatékonyabb modell készíthető ennek alapján;
- indokolt egy olyan felhőtechnológiára épülő architektúra kidolgozása, amely alkalmas a fenti modell implementálására;
- indokolt egy olyan algoritmus kidolgozása, amely a modellen és az architektúrán alapulva hatékony felhőalapú, építőelemes tervezést végez.

3.2 Modell építőelemes berendezések tervezésére

Az értekezés egyik célkitűzése, hogy elkészítse a berendezés tervezésére alkalmas modellt. Ennek első lépéseként meghatároztam, hogy milyen modulokból állhat egy berendezés, és azt, hogy hogy lehet ezeket a modulokat olyan általánosan meghatározni, hogy ne csak konkrét tervezési feladatok esetén legyen a modell használható. Ezt a gondolatmenetet követve eljutottam addig a legkisebb elemig, amelyet már nem fogok még kisebb

összetevőiben vizsgálni. Ez nem jelenti azt, hogy a valós életben ezek az elemek ne lehetnének akár még kisebb alkotóelemeiben is vizsgálhatók.

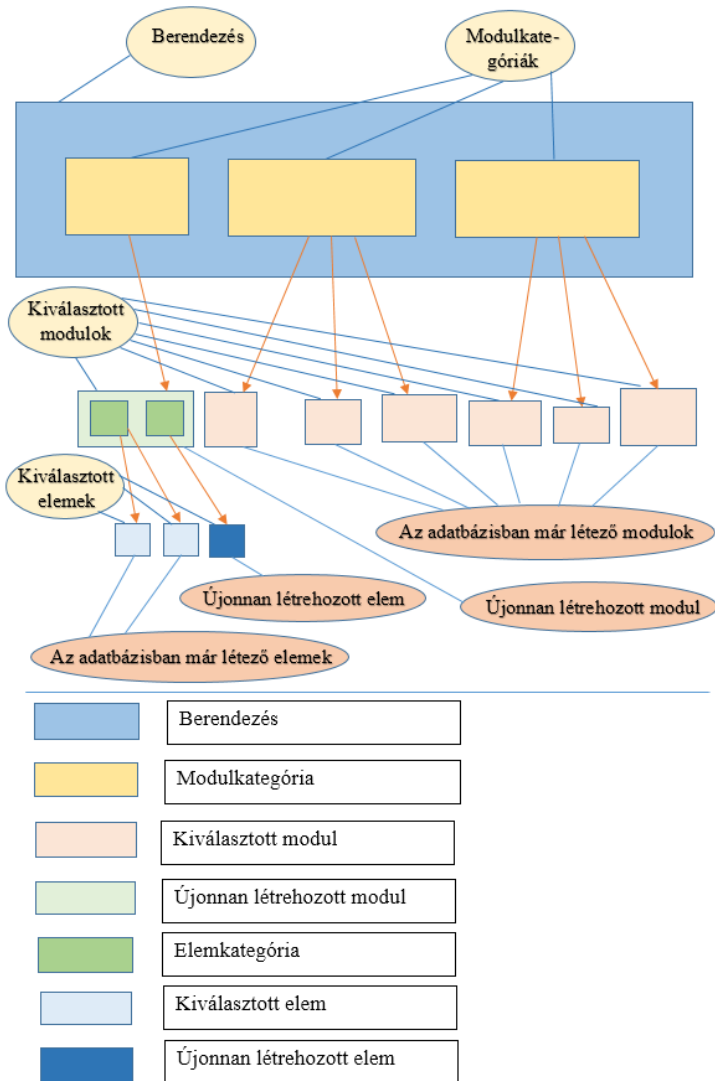
Az értekezés első részében bevezetett fogalmakat használva készítettem el először a berendezés átfogó, absztrakt képét, majd azt alapul véve, haladtam egyre alsóbb rétegek felé, és határoztam meg, hogy milyen módon lehet eltérő berendezések tervezésére alkalmassá tenni. Az elkészült modell a saját szerkesztésű 3.1-es ábrán látható.

Az értekezésben célul tűztem ki, hogy a modellkészítés során olyan általános modellt készítsek, amely elviekben képes tetszőleges berendezést modellezni. Ehhez a top-down elvet használva határoztam meg a berendezésnek azokat a kisebb-nagyobb összetevőit, amelyekhez a számítógépes tervezés során konkrét értékeket fogom tudni rendelni.

Egy tetszőleges (fiktív) gyárat vizsgálva jellemzően egy gyártósor, vagy kisebb gyár esetében független-, vagy együttműködő gyártócellák vesznek részt egy berendezés összetevőinek gyártásában. Úgy határoztam meg a legmagasabb szinten lévő egységet, a **berendezést**, hogy a modell ne korlátozza ezt (a berendezést) se a részét képező nagyobb egységek számában, se azok típusában. Ezért a berendezést nem modulokra, hanem modulhelyekre fogom vizsgálni, ehhez pedig bevezetek egy új fogalmat, **modulkategóriákat**. Az ugyanolyan feladatot szolgáló egyes berendezések oly mértékben térhetnek el egymástól, hogy a modulkategóriáknak teljesen általánosnak kell lenniük, de a tervezés első lépéseként a berendezés típusának függvényében ezek a modulkategóriák pontosításra kerülnek. Egy modulkategória esetén meg kell tudni fogalmazni a modulkategóriával szemben támasztott elvárásokat, amiket paraméterek segítségével kell a tervezőnek megadnia. A tervezés során a **modultárból** minden egyes modulkategóriához rendelni kell olyan **modulokat**, amelyek megfelelnek a támasztott elvárásoknak.

Amennyiben nem sikerül a modultárból megfelelő modult találni, úgy létre kell hozni egy új modult. Ehhez a modulkategóriát képező **elemhelyekre** kell megfelelő elemet keresni. Ennek első lépése az elemhelyeknek a meghatározása. Bevezetve egy új fogalmat, minden egyes modulkategória egy vagy több **elemkategóriából** fog állni. Az adatbázisban már meglévő elemek tárolási helye az **elemtár**. Az elemkategóriákhoz olyan **elemeket** kell rendelni, amelyek paramétereik alapján megfelelnek az elemkategóriával szemben támasztott elvárásoknak.

Amennyiben nem sikerül egyetlen megfelelő elemet sem találni, úgy bővíteni kell az elemtárat olyan új, az elvárásokat teljesítő elemmel, amely a megfelelő elemkategóriához hozzárendelhető.



3.1 ábra Az építőelem elvű (moduláris) tervezés modellje

Tézis I. *Kidolgoztam egy olyan moduláris rendszerek tervezését támogató rendszermodellt, amely építőelv alapján biztosítja a modulok hatékony illeszkedési vizsgálatát, építve a már korábban elkészített rendszerekből kinyerhető információkra. Az absztrakt berendezések és absztrakt modulok rétegének elemei összerendeződnek a konkrét elemekkel, ahol a kapcsolatok az attribútumokon keresztül szabályokkal felügyeltek. A javasolt modell kiemelkedő rugalmasságot és újrahasznosíthatóságot biztosít. [S1] [S3] [S17]*

3.3 Felhőalapú építőelemes tervező program architektúrája

Az értekezésben kidolgozásra kerülő architektúra egyik fő célja az, hogy az architektúra minél több összetevője épüljön a korábban bemutatott felhőalapú szolgáltatásokra és használja az előző fejezetben tézisként bemutatott modellt.

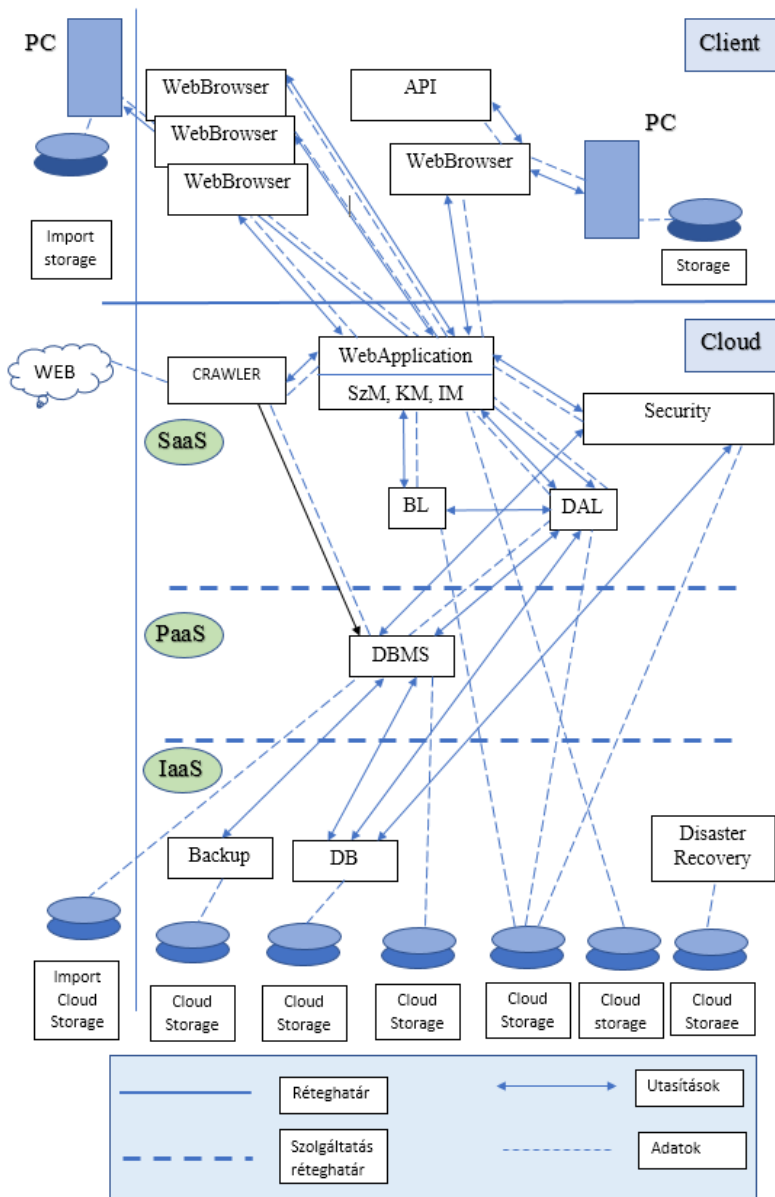
A tervezés során a következő kérdéseket fogalmaztam meg:

- Hány réteg legyen?
- Milyen funkciókra van szükség, és azok milyen rétegekbe kerüljenek?
- Az architektúra zárt, szigetszerű legyen vagy adjon lehetőséget más rendszerből történő adatok importálására?

A válaszok (terjedelmi okok miatt lerövidítve):

- Célként határozom meg, hogy az architektúrának támogatnia kell a kliens/szerver elvet. Ennek megfelelően kell lennie egy kliens és egy szerver rétegnek, vagyis két fő rétegnek. A szerver réteg minden összetevője épülhet felhőszolgáltatásokra, így a szerver réteg három alréteget fog tartalmazni (SaaS, PaaS, IaaS).
- Célként fogalmazom meg, hogy egyidőben egymástól függetlenül, különböző földrajzi helyeken lévő tervezők képesek legyenek az alkalmazást használni. Ehhez a kliens oldalon csak egy UI lesz, minden más a felhőben.
- Célul tűzöm ki, hogy a kialakításra kerülő architektúrára építve más felhőalapú alkalmazások is készülhessenek, valamint hogy az architektúra nyílt legyen.

Az elkészült architektúra a 3.2 ábrán látható.



3.2 ábra A felhőalapú építőelemes tervező program architektúrája

A felhasználó által indított WebBrowser egy WebApplication-nel kommunikál. Ennek felhőszolgáltatásokra kell épülnie, amit két szinten tud megtenni. Az első szinthez köthető, hogy a WebApplication tulajdonképpen önmaga is egy felhőszolgáltatás, amely a szolgáltató által biztosított SaaS rétegben helyezkedik el. A második szint akkor jelenik meg, amikor ez a WebApplication indításra kerül, mivel a futó szolgáltatásnak kell lennie egy image-ének, egy „lemezképének”, ahonnan indításakor betöltődik, relokálódik, majd futás közben hozzáfér a futásához szükséges erőforrásokhoz. Az image az IaaS rétegben lévő Cloud Storage-on kerül tárolásra.

A WebApplication 3 elkülönített program modult tartalmaz. Ezek:

- a Szakértői Modul (SzM),
- a Kereső Modul (KM), valamint
- az Illesztési Modul (IM).

A Szakértői Modul a tervezési folyamat több lépésében kapja meg a vezérlést. A tervezőtől megkapott adatok alapján az adatbázisból, vagy az implementált tervezői számításokból állítja elő a futáshoz szükséges további adatokat, végez más modul által előállított eredményeken elemzéseket, illetve állítja össze a kiválasztott modulokból a kívánt berendezést. A Kereső Modul a megkapott paramétereknek eleget tevő modulokat, elemeket választja ki az adatbázisban már tárolt modulok elemek közül. Az Illesztési Modul a kiválasztott elemek, modulok esetén vizsgálja meg az összeépíthetőségét, és szükség esetén vizsgálja a soron következő kiválasztott elemet, modult, amíg az összeépíthetőség nem teljesül.

A következő felhőszolgáltatási réteg a PaaS, amelybe az építőelemes tervezéshez szükséges felhőalapú tervezés esetében egyetlen komponenst helyeztem el, ez az adatbáziskezelését végző DBMS

A működéshez szükséges alapokat az IaaS felhőszolgáltatási rétegbe lehet tervezni. Az eddigiek során a különböző rétegekbe tervezett architektúra elemeknek tárolódnuk kell valahol. Ezen architektúra elemek mindegyike használhat Cloud Storage-ot (felhőalapú tárolóhelyeket). Ugyanígy tárolni kell magát a fizikai adatbázist, és annak backup-jait, illetve a különböző vészhelyzetekre kidolgozott forgatókönyv által előírt lépésekhez tartozó fizikai mentéseket (Disaster Recovery) az alkalmazásokról, és azok beállításairól.

Ki kell alakítani egy olyan import lehetőséget, amely több irányból is elérhetővé teszi a meglévő adatbázishoz új elemek hozzáadását. Jelenleg erre két módot látok. Az egyik egy PC-n keresztül, az ott lokálisan vagy a felhőben tárolt, de csak a PC-n keresztül elérhető elemek adatainak importját teszi lehetővé. A másik esetben ezek az adatok egy felhőszolgáltatón keresztül közvetlenül is elérhetők. Az importálás számos módon valósulhat meg, vagy CVS-be, vagy XML-be történő előzetes exportálás után, de van mód akár a DBMS-sel kompatibilis adatbázis közvetlen elérésével.

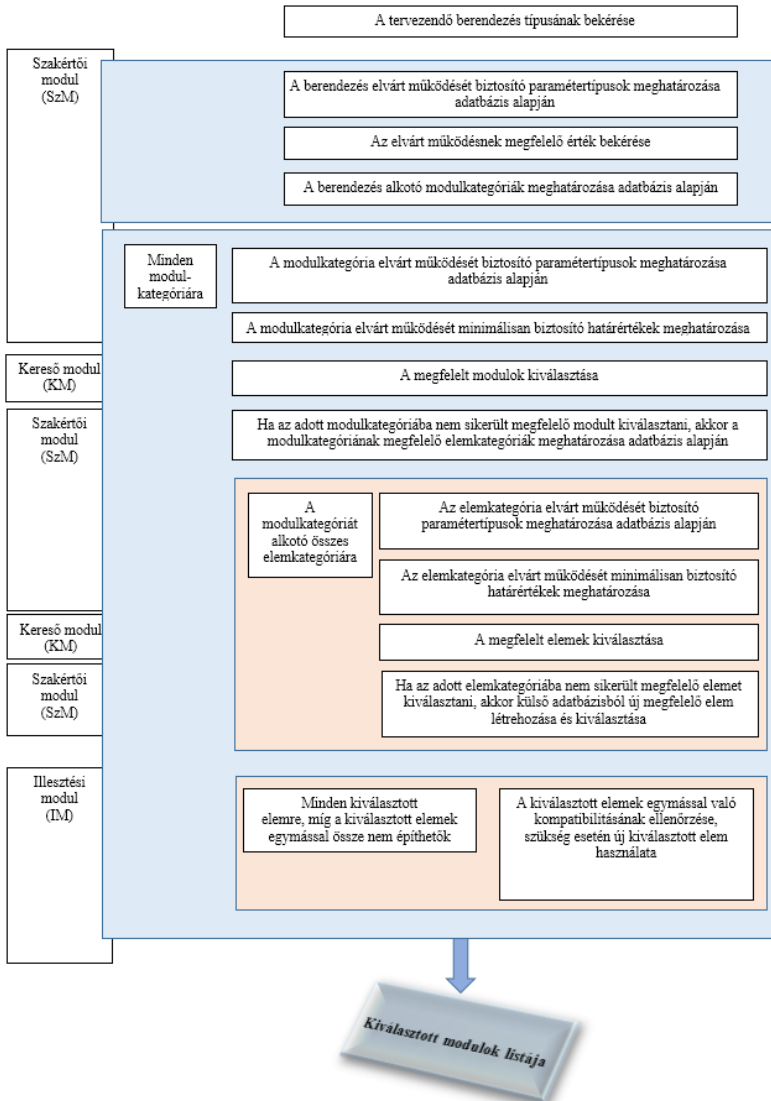
Tézis II. *Kidolgoztam egy új hatékony felhőalapú szoftver/hardver architektúra modellt az I. tézisben megadott elvű tervezési modell implementálására, így biztosítva a felhőalapú szolgáltatások előnyeit: platform függetlenség, hatékony szoftverfejlesztés/verziókövetés, helyfüggetlenség, hatékonyság. [S2] [S7-S9] [S18]*

3.4 A moduláris tervezést végző algoritmus

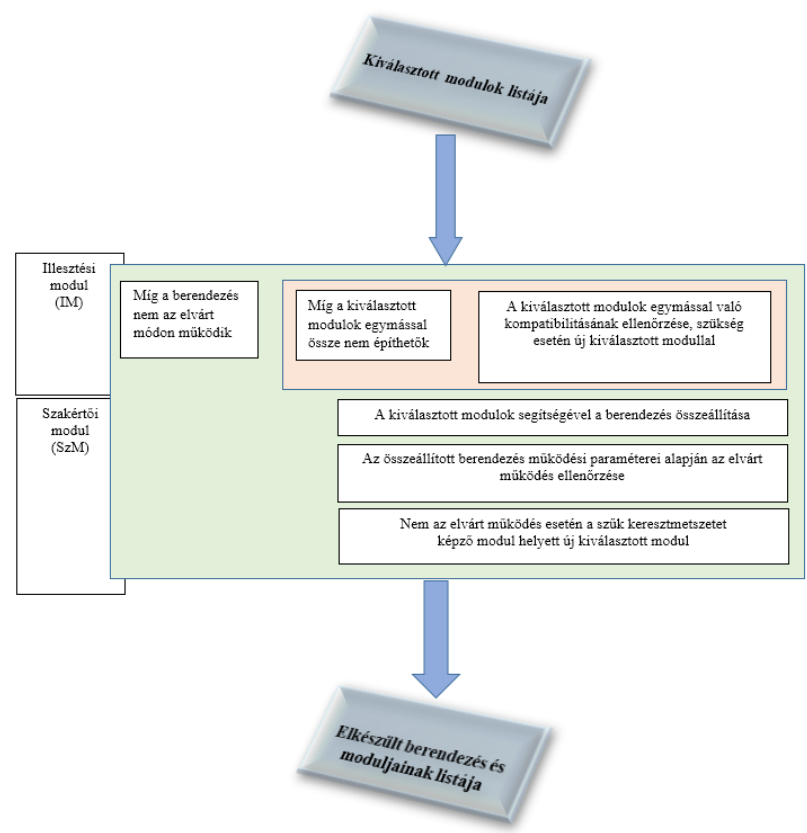
Első lépésként megfogalmazom az elvárásokat az algoritmus felé:

- legyen képes elvben bármilyen berendezést tervezni;
- legyen képes a berendezés modulkategóriáit meghatározni;
- legyen képes a modulkategóriáknak megfelelő modulokat kiválasztani;
- legyen képes szükség szerint a modulkategória elemkategóriáit meghatározni;
- legyen képes az elemkategóriáknak megfelelő elemeket kiválasztani;
- legyen képes szükség szerint elemeket más adatforrásokból importálni;
- legyen képes a berendezés elvárt működését ellenőrizni, szükség esetén új kiválasztott modult használni.

A 3.3. és 3.4. ábrákon látható algoritmust készítettem el, amely a fent megfogalmazott elvárásokat teljesíti:



3.3 ábra Az algoritmus azon része, amely a modulkategóriákat kezeli



3.4 ábra A berendezés elvárt módon való működését biztosító algoritmus

Az algoritmus tételes működésére a tézisfüzet korlátai miatt itt nem térek ki. Azok az értekezésben részletesen kifejtésre kerültek. Az algoritmusnak azonban fontos eleme az optimalizálás célfüggvénye. Az elkészített adatbázisban az egyik központi elem a modulok/építőelemek halmaza. Jelölje ezen listát a

$$\Gamma = \{M_i\}$$

szimbólum. Egy adott M_i modul/építőelem több egységből állhat, melyek mindegyike adott technológia paraméter listával rendelkezik:

$$M_i = \{A_{ij}\}, A_{ij} = \langle (p_k = v) \rangle$$

A továbbiakban jelölje

$$\Delta = \{A_k\}$$

az összes egység halmazát, ahol minden egység egy modulhoz kapcsolódik. A tartalmazó modul a

$$h : \Delta \rightarrow \Gamma$$

függvény jelöli. Az egység kategóriáját pedig a

$$t : \Delta \rightarrow T$$

függvény adja meg, ahol T a lehetséges kategóriák halmaza. Az egységekhez emellett egy költségfüggvény is rendelődik:

$$c : \Delta \rightarrow N^+$$

A felépítés során csak olyan egységek választhatók ki, amelyek egymással kompatibilisek. A kompatibilitási reláció leírására az

$$R \subseteq \Delta \times \Delta$$

szimbólumot használom.

Egy új igény beérkezésekor meghatározásra kerül az illeszkedő modulok és az igényelt egységtípusok halmaza:

$$\Gamma_q \subseteq \Gamma$$

$$T_q \subseteq T$$

Ezek alapján a feladat azon

$$\Delta_q \subseteq \Delta$$

meghatározása, melyre

$$\forall t \ni T_q : \exists A \in \Delta_q : t(A) = t, h(A) \in \Gamma_q$$

$$\forall A_i, A_j \in \Delta_q : (A_i, A_j) \in R$$

$$\sum_{A \in \Delta_q} c(A) \Rightarrow \min$$

Ezen optimalizálási feladat megoldására az elemi brute-force megoldás egy

$$O(\prod_{t \in T_q} |\Gamma_{qt}|)$$

költségű algoritmust eredményez, hiszen minden lehetséges kombinációt meg kell vizsgálni.

Az alkalmazott optimalizálási módszer célja olyan egységek meghatározása, melyek egyrészt több más elemmel kompatibilisek és másrészt kis költségűek. Ez alapján célszerű egy jóság értéket rendelni minden egységhez az alábbi módon:

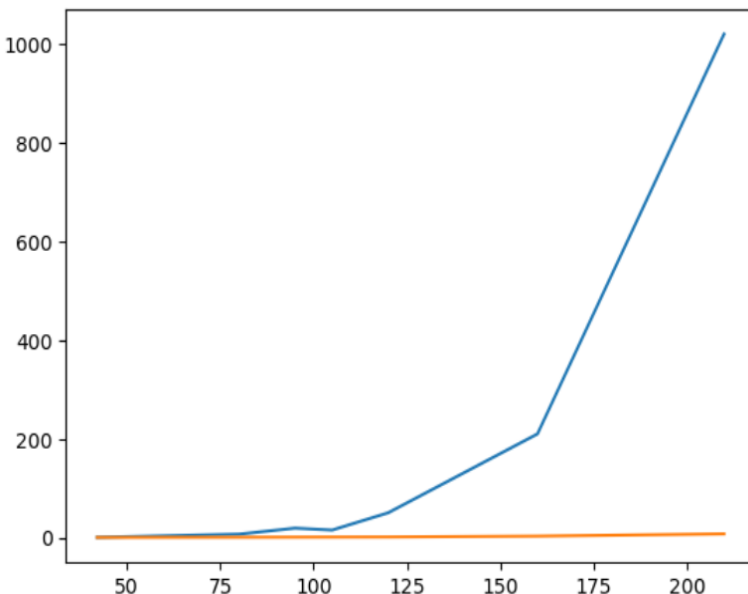
$$f(A) = \frac{|R_A|}{c(A)}$$

ahol az R_A szimbólum azon egységek halmazának a mértéke, melyek kompatibilisek az A egységgel.

Ezen jóság mérték alapján sorba rendezzük az A elemeket, és best first módszerrel keresünk megfelelő egységalmazt. A best first heurisztika egy többelemű megoldás esetén értelmezhető, ahol a módszer fő jellemzője, hogy egy adott rész megoldást az adott állapot szerinti legjobb lépéssel folytatjuk. A best-first optimalizáció széles körben alkalmazható különböző területeken, például mesterséges intelligencia, gépi tanulás, operációkutatás, játékelmélet, és döntéstámogatás.

A javasolt optimalizációs módszer fő előnye az időbeli hatékonyság. A javasolt módszer nagyságrendekkel gyorsabb, mint az alap brute force módszer, elsődlegesen a nagyobb méretű problémák esetén.

A 3.5-ös ábrából látható, hogy $Adb = 200$ esetén a brute force időszükséglete 1000 sec, míg a javasolt optimalizációs módszernél csak 7 sec az időköltés.



3.5 ábra Az optimalizáció és a teljes leszámolás időköltései

Tézis III. *A modulok kiválasztására kidolgoztam egy új algoritmust, amely a kijelölt célfüggvényhez meghatározza az optimális berendezés-struktúrát. Az algoritmus több optimalizálási fázist tartalmaz az egyes rétegek elemeinek az összerendeléséhez. Az eljárás során meghatározásra kerülnek az optimális paraméter intervallumok, kompatibilitási feltételek. A megadott feltételek által meghatározott tartományon történik a kijelölt célfüggvény szerinti optimum meghatározása. [S17] [S19]*

3.5 A modell és az algoritmus alkalmazása szállítószalagokra

A kidolgozott elmélet szállítószalagok esetében való alkalmazhatóságának feltétele, hogy meg kell tudni adni a berendezés elvárt működését biztosító paramétereket, ezáltal a modulok kiválasztásához szükséges adatokat. Ehhez célul tűztem ki, hogy első lépésben meghatározzam, hogy egy szállítószalag milyen modulkategóriákból épül fel. Alapvető elvárás az, hogy a berendezés kivitelezési és működtetési költségei minimálisak legyenek. Ez érvényes ebben az esetben is, a gumihevederes szállítószalagok tervezésekor. Egy szállítószalag beruházási költségei a következő elemekre bonthatók:

- 10-10%: egyéb tartozékok költségei
- 7-10%: villamos berendezések költségei
- 10-15%: acélszerkezet költségei
- 15-20%: görgők költségei
- 45-60%: a heveder költségei

A szállítószalagtervezésénél kiemelten kell kezelni:

- a heveder jellemzők (szélesség, sebesség, szilárdság, stb);
- a görgők (görgőszám, görgőméret, minősítő paraméterek);
- a hajtási teljesítmény

meghatározását. A szalagtervezés két változatával lehet találkozni:

- az egyedi, és
- az építőelemes.

Egyedi tervezés esetén a szállítószalag minden egyes egységét (a heveder és a görgők kivételével) külön-külön megtervezik. Építőelemes tervezés

esetén a rendelkezésre álló építőelemekből állítják össze a szalagkonstrukciót. Ebben az esetben belátható, hogy ugyanazt a szállítási feladatot többféle változattal (eltérő gazdasági mutatók mellett) lehet megoldani. A szalag tervezése mindkét változat esetében sok számítást igénylő, összetett feladata. Ez indokolja a lehetőség szerinti minél automatizáltabb tervezési folyamatot. Az egyedi és az építőelemes számítógépes szalagtervezés moduláris felépítésű. A manuális tervezés jellemzően eltér ettől. Ez utóbbi esetben a döntések nem egy esetben szubjektív alapokon kerülnek meghozatalra, így nem garantálható, hogy a tervezés eredményeként optimális megoldás fog születni. Egyedi számítógépes tervezés esetén az egyes elemeknek számos változata állhat rendelkezésre egy konkrét tervezési modul használatakor. Az építőelemes (moduláris) tervezésnél elegendő az építőelemek terheléseinek (illetve az abból adódó jellemzők) meghatározása, és az így előállt elvárásoknak megfelelően a korábban ismertetett módon kikereshetők azon modulok, amelyek alkalmasak a berendezés elvárt módon történő működtetésére. Feladatomban volt olyan építőelemes berendezés tervezésének kidolgozása, amely alkalmas a szükséges berendezés nem a manuális, esetlegesen a szubjektív szempontokat figyelembe vevő moduljainak meghatározására.

Adott nyomvonalú szállítópálya esetén, ismert szállítandó anyag mellett, előírt szállítási teljesítőképesség biztosításához (ezek azok az elvárt működést biztosító paraméterek, amelyekre az algoritmusnak szüksége van) a következő heveder-keresztmetszeti jellemzőket kell figyelembe venni:

- heveder szélesség,
- görgőszám,
- vályúsítási szög,
- szállítási sebesség,
- keresztmetszet kihasználási tényező.

A szállítási teljesítőképesség meghatározásához használható:

$$Q = 3600 * A_S * v * \rho * \varphi_1 * \varphi_2 \text{ (t/h)}$$

ahol:

A_S – a szalagon lévő szükséges anyagkeresztmetszet (m²)

v – a heveder sebessége (m/s)

ρ – a szállított anyag sűrűsége (t/m³)

φ_1 – a szállítópálya maximális emelkedési szögétől függő teljesítőképességet csökkentő tényező

φ_2 - a szalagra történő feladási módtól függő teljesítőképességet csökkentő tényező

A φ_1 , φ_2 tényezők a tervezés során megadandó tényezők. Ezek egy konkrét tervezési feladat esetén adottak. A szállítási teljesítőképesség tehát a szalagon lévő szükséges anyagkeresztmetszetnek, a heveder sebességének és a feladási módtól függő teljesítőképességet csökkentő tényezőnek a függvénye. Így felírható:

$$Q = f(A_S, v, \varphi_2)$$

Vizsgálni kell a kialakuló anyagkeresztmetszetet (A_S),

$$A_S = f(B_S, n_G, \lambda, \beta)$$

amihez a következő paramétereket kell megadni:

B_S - a heveder hasznos szélessége

n_G - a szalagkeresztmetszetben lévő görgők száma

λ - a heveder vályúsítási szöge

β - az anyag szállítása folyamán, a szalagon előálló, a szállított anyagra jellemző rézsűszög

A tervezés során korlátokat kell betartani a hevederszélességre (B), a keresztmetszetben lévő görgőszámra (n_G), a heveder vályúsítási szögére (λ) és a heved sebességére vonatkozóan. Ezek:

$$B_a \leq B \leq B_f$$

$$n_{Ga} \leq n_G \leq n_{Gf}$$

$$\lambda_a \leq \lambda \leq \lambda_f$$

$$v_a \leq v \leq v_f$$

az a és f indexekkel az alsó- illetve felső korlátok értékére hivatkoznak.

A berendezés elvárt teljesítmények megadásakor a modulkategóriák paramétereinek meghatározásához célfüggvényeket kell használni, amelyekkel meghatározható:

- a minimális hevederszélesség (mivel a heveder a berendezés költségének 45%-60%-át teszi ki);
- a szalagkeresztmetszetben lévő minimális görgőszám (a berendezés költségének 15%-20%-a);

- a heveder minimális vályúsítási szöge (ebben az esetben a heveder élettartama nő);
- a minimális szállítási sebesség (mivel ekkor kisebbek a dinamikus hatások, valamint alacsonyabbak a sebességgel arányos veszteségek, így elegendő lehet kisebb teljesítményű hajtás is);
- a maximális szállítási keresztmetszet kihasználtság;
- a maximális anyag térkitöltési tényező.

A modulkategóriákhoz kiválasztásra kerülő modulok vizsgálatakor azokat a modulokat kell kiválasztani, amelyek esetében az elvárt működéshez szükséges lefutóági erő induló értéke megegyezik az adatbázisban már meglévő modulok esetében alkalmazott lefutóági erő induló értékével, vagy értéke meghaladja az elvárt értéket.

A [8] irodalomban ismertetett elv, és az azt használó, továbbfejlesztett, [47]-ben ismertetett algoritmus, valamint az arra épülő több modulból álló programrendszer ezeket a paramétereket elő tudja állítani, így szükség esetén felhasználható az értekezésemben ismertetett algoritmus bemenő paramétereinek előállítására (a Szakértői Modul részeként) az algoritmusnak gumihevederes szállítószalagokra való alkalmazása esetében. Ugyanez a több modulból álló programrendszer [47] képes szolgáltatni további paramétereket is, mint a hajtási- és a feszítési helyek és azok jellemzői.

Tézis IV. *Kidolgoztam egy új, a szállítószalagtervezési feladatra alkalmazható mintarendszert. Meghatároztam azokat a modulkategóriákat, amelyekre megadva a berendezés elvárt működését eredményező paraméterek értékét az algoritmus szolgáltatja azokat a modulokat, amelyekkel biztosítható a berendezés elvárt módon való működése. A mintarendszer a meghatározott modulkategóriákon keresztül alkalmas a már elkészült architektúra modellre és algoritmusra alapozva szállítószalagok esetében történő alkalmazásra. [S19]*

4 ÖSSZEFOGLALÁS

Értekezésemben az építőelemes berendezések felhőalapú számítógépes tervezésének témakörével foglalkoztam. Ez a terület két szempontból is hangsúlyos. Az első szempont a címben is megjelenő felhőalapú tervezés, azon belül is a felhőszolgáltatások, amelyek a mindennapi életben is egyre szélesebb körben kerültek bevezetésre az informatika szinte minden területén. A másik szempont, amely szintén megjelenik az értekezés címében, az építőelemes tervezés. Ez nem kimondottan új terület, viszont létezik olyan aspektusa (a modulkategóriák, az elemkategóriák, és az azokhoz kapcsolódó új fogalmak bevezetésével és azok használatával), amelyben nagy lehetőségek rejlenek.

Értekezésemben részletesen, több publikációs adatbázisra támaszkodva kutattam a releváns szakirodalmat. Ennek érdekében a keresés során több kulcsszó kombinációt használtam az elmúlt közel tíz év cikkeit megvizsgálva. A kulcsszavakat az értekezés témájához illetve határoztam meg. A felhőalapú logisztikai tervezéssel foglalkozó, azokra épülő kutatásokhoz köthető publikációk száma folyamatosan nőtt. Hasonlóan, de nem ilyen mértékben nőtt a felhőalapú moduláris tervezéssel foglalkozó tudományos cikkek száma is. A megjelent publikációk részletes vizsgálata azonban azt mutatta, hogy a találatok false találatok. A két terület összekapcsolva (felhőalapú logisztikai moduláris tervezés) nem jelent meg olyan cikk, amely ezt a területet kutatta volna. Ez azt jelzi, hogy ezen a területen jelentős kutatási potenciál van.

Az értekezésben bemutattam a felhőtechnológiák kialakulását, az abban rejlő lehetőségeket. Kitértem a felhőszolgáltatások megjelenésére, egymásra épülésére, az elterjedt felhő architektúrára.

Az irodalomkutatás nem talált a témához szorosabban illeszkedő tudományos cikket, de jelent meg egy olyan publikáció, amely felhőalapú gyártástervezés eredményeit mutatta be. Ezt részletesebben is bemutattam. A szerzők által publikált eredmények azt mutatták, hogy egy adott tervezési feladat minél összetettebb, annál hatékonyabb a felhőtechnológia alkalmazása. Ezzel igazolódott az a hipotézisem, hogy az architektúrának felhőtechnológiára kell épülnie.

A moduláris tervezésre összpontosítva elkészítettem annak modelljét, amely egyben az első tézisem is. A modell lehetővé teszi a berendezést alkotó

modulok hatékony illeszkedés vizsgálatát. Ilyen modellt a szakirodalom elemzése során nem találtam.

A következő részben kidolgoztam egy olyan felhőalapú szoftver/hardver architektúrát, amely alkalmas az első tézisben kialakított modell implementálására. A kidolgozott architektúra a lehető legnagyobb mértékben támaszkodik a felhőszolgáltatásokra, lehetőséget adva a felhő által biztosított hatékonyságnövelő eszközök használatára. Ez egyben a második tézisem. Ilyen architektúrát a szakirodalom elemzése során nem találtam.

Az értekezés következő részében a kidolgozott architektúrára építve elkészítettem azt az algoritmust, amely elvégzi egy tetszőleges berendezés építőelemekre épülő tervezését. Ehhez új fogalmakat vezettem be. Az algoritmus kezeli azokat az eseteket, amikor a berendezés tervezéséhez nem sikerült az adatbázisban vagy megfelelő modult, vagy megfelelő elemet találni. Ez egyben a harmadik tézisem.

Az értekezés utolsó részében kidolgoztam egy új, a szállítószalagtervezési feladatra alkalmazható mintarendszert. Meghatároztam azokat a modulkategóriákat, amelyekre megadva a berendezés elvárt működését eredményező paraméterek értékét az algoritmus szolgáltatja azokat a modulokat, amelyekkel biztosítható a berendezés elvárt módon való működése. A mintarendszer a meghatározott modulkategóriákon keresztül alkalmas a már elkészült architektúra modellre és algoritmusra alapozva szállítószalagok esetében történő alkalmazásra. Ez egyben a negyedik tézisem

5 SUMMARY

In my dissertation, I dealt with the topic of cloud-based computer design of building element equipment. This area is important from two points of view. The first aspect is cloud-based planning, which also appears in the title, including cloud services, which have been increasingly introduced in everyday life in almost all areas of IT. The other aspect, which also appears in the title of the thesis, is building element design. This is not exactly a new field, but there is an aspect of it that has great potential.

In my dissertation, I researched the relevant literature in detail, relying on several publication databases. To do this, I used several combinations of keywords in the search, examining the articles of the last ten years. I defined the keywords according to the topic of the thesis. The number of publications dealing with cloud-based logistics planning and linked to research based on them has been constantly increasing. Similarly, but not to the same extent, is the number of scientific articles dealing with cloud-based modular design. However, a detailed examination of the published publications showed that the results were false results. Connecting the two areas (cloud-based logistics modular planning), no articles were published that researched this area. This indicates that there is significant research potential in this area.

In the dissertation, I presented the development of cloud technologies and the possibilities inherent in them. I touched on the appearance of cloud services, their building on each other, and the widespread cloud architecture.

The literature search did not find a scientific article more closely related to the topic, but a publication was published that presented the results of cloud-based production planning. I presented this in more detail. Their detailed results showed that the more complex a given design task is, the more effective the application of cloud technology is. This confirmed my hypothesis that the architecture should be based on cloud technology.

Focusing on modular design, I created its model, which is also my first thesis. The model makes it possible to test the effective fit of the modules that make up the equipment. I did not find such a model during the analysis of the literature.

In the next part, I developed a cloud-based software/hardware architecture that is suitable for implementing the model developed in the first thesis. The developed architecture relies on cloud services as much as possible, giving

the opportunity to use the efficiency-enhancing tools provided by the cloud. This is also my second thesis. I did not find such an architecture during the analysis of the literature.

In the next part of the dissertation, based on the elaborated architecture, I created the algorithm that performs the design of any device based on building elements. For this, I introduced new concepts. The algorithm handles those cases when it was not possible to find either a suitable module or a suitable element in the database for the design of the equipment. This is also my third thesis.

In the last part of the dissertation, I developed a new prototype system which can apply to the conveyor belt design task. I have defined the module categories for which, given the value of the parameters resulting in the expected operation of the equipment, the algorithm selects the modules that can be used to ensure the operation of the equipment in the expected manner. The prototype system can be used based on the already completed architecture model and algorithm in the case of conveyor belts that through specific module categories. This is also my fourth thesis.

6 ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

I. Tézis: *Kidolgoztam egy olyan moduláris rendszerek tervezését támogató rendszermodellt, amely építőelv alapján biztosítja a modulok hatékony illeszkedési vizsgálatát, építve a már korábban elkészített rendszerekből kinyerhető információkra. Az absztrakt berendezések és absztrakt modulok rétegének elemei összerendeződnek a konkrét elemekkel, ahol a kapcsolatok az attribútumokon keresztül szabályokkal felügyeltek. A javasolt modell kiemelkedő rugalmasságot és újrahasznosíthatóságot biztosít. [S1] [S3] [S17]*

II. Tézis: *Kidolgoztam egy új hatékony felhőalapú szoftver/hardver architektúra modellt az 1. tételben megadott elvű tervezési modell implementálására, így biztosítva a felhőalapú szolgáltatások előnyeit, mint platform függetlenség, hatékony szoftverfejlesztés/verziókövetés, helyfüggetlenség, hatékonyság. [S2] [S7-S9] [S18]*

III. Tétel: *A modulok kiválasztására kidolgoztam egy új algoritmust, amely a kijelölt célfüggvényhez meghatározza az optimális berendezés-struktúrát. Az algoritmus több optimalizálási fázist tartalmaz az egyes rétegek elemeinek az összerendeléséhez. Az eljárás során meghatározásra kerülnek az optimális paraméter intervallumok, kompatibilitási feltételek. A megadott feltételek által meghatározott tartományon történik a kijelölt célfüggvény szerinti optimum meghatározása. [S17] [S19]*

IV. Tétel: *Kidolgoztam egy új, a szállítószalagtervezési feladatra alkalmazható mintarendszert. Meghatároztam azokat a modulkategóriákat, amelyekre megadva a berendezés elvárt működését eredményező paraméterek értékét az algoritmus szolgáltatja azokat a modulokat, amelyekkel biztosítható a berendezés elvárt módon való működése. A mintarendszer a meghatározott modulkategóriákon keresztül alkalmas a már elkészült architektúra modellre és algoritmusra alapozva szállítószalagok esetében történő alkalmazásra. [S19]*

7 NEW SCIENTIFIC RESULTS

I. **Thesis:** *I have developed a system model that supports the design of modular systems, which, based on the construction principle, ensures the efficient fit testing of the modules, based on the information that can be extracted from the systems that have already been prepared. The elements of the layer of abstract equipment and abstract components are arranged with the concrete elements, where the relationships are supervised by rules through the attributes. The proposed model provides outstanding flexibility and reusability. [S1] [S3] [S17]*

II. **Thesis:** *I developed a new efficient cloud-based software/hardware architecture model to implement the principled design model given in thesis I, thus ensuring the advantages of cloud-based services, such as platform independence, efficient software development/version tracking, location independence, efficiency. [S2] [S7-S9] [S18]*

III. **Thesis:** *I developed a new algorithm for the selection of modules, which determines the optimal equipment structure for the selected objective function. The algorithm contains several optimization phases for matching the elements of each layer. The optimal parameter intervals and compatibility conditions are determined during the procedure. The optimum is determined according to the designated objective function in the range defined by the specified conditions. [S17] [S19]*

IV. **Thesis:** *I developed a new prototype system applicable to the conveyor belt design task. I have defined the module categories for which, given the value of the parameters resulting in the expected operation of the equipment, the algorithm select the modules that can be used to ensure the operation of the equipment in the expected manner. The prototype system can be used based on the already completed architecture model and*

algorithm in the case of conveyor belts that through specific module categories. [S19]

8 ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN HASZNÁLT SAJÁT PUBLIKÁCIÓK

- [S1] **Wagner, György**; Kovács, László; Illés, Béla: *Matematikai módszerek a logisztika területén* (XXX. Nemzetközi Gépészeti Konferencia, 2022, <https://ojs.emt.ro/oget/article/view/863/811>)
- [S2] **Wagner, György**; Kovács, László; Illés, Béla: *Moduláris elemekből felépíthető logisztikai berendezések tervezése* (XXX. Nemzetközi Gépészeti Konferencia, 2022, <https://ojs.emt.ro/oget/article/view/864/8112>)
- [S3] Fűkő, László; Illés, Béla; **Wagner, György**: *A hagyományos és a rugalmas gyártórendszerek logisztikai aspektusai* (Multidiszciplináris Tudományok: A Miskolci Egyetem Közleménye 10, 2020, <https://doi.org/10.35925/j.multi.2020.3.45>)
- [S4] Illés, Béla; Skapinyecz, Róbert; **Wagner, György**: *Description of a Method for the Handling of Customer Needs in Logistic* (Lecture Notes in Mechanical Engineering F12, 2017, https://doi.org/10.1007/978-3-319-51189-4_31)
- [S5] Illés, Béla; Skapinyecz, Róbert; **Wagner, György**; Glistau, Elke; Machado, Coello: *Application of QFD for the Handling of Customer Needs in Automotive Industry* (IX. International Scientific Conference of Mechanical Engineering, 2016)
- [S6] **Wagner, György**: *Security Problems of Engine Control Software* (XXIII. Nemzetközi Gépészeti Konferencia, pp. 431-434, 2015)
- [S7] **Wagner, György**: *Security of Cloud Based Storage* (XXI. Nemzetközi Gépészeti Konferencia, pp. 443-446, 2013)
- [S8] **Wagner, György**: *On-line tárolóhelyek biztonsága* (GÉP 64, pp. 80-83, 2013)

- [S9] **Wagner, György:** *Logisztikai rendszerek informatikai architektúrája* (TÁMOP-4.1.2.-08/1/A-2009-0001 G2, pp. 1-27, 2011)
- [S10] **Wagner, György:** *Virtuális Logisztikai Központ által kezelendő információk* (TÁMOP-4.2.1.08/1-2008-0006 PP3, pp. 1-24, 2011)
- [S11] **Wagner, György:** *VIR információs technológia alapjai* (TÁMOP-4.1.2.-08/1/A-2009-0049, pp. 1-28, 2011)
- [S12] **Wagner, György;** Cselényi, József; Csizmadia, László: *Konvektorok számítógépes tervezése sztochasztikus terhelések esetén* (MicroCAD 90, paper 12, 1990)
- [S13] Cselényi, József; Mang, Béla; **Wagner, György:** *Konvektor szállítóberendezések tervezésére szolgáló programrendszer IBM PC számítógépre* (GÉP 41, pp. 244-249, 1989)
- [S14] **Wagner, György;** Cselényi, József; Mang, Béla: *Függőspályás anyagmozgató rendszerek számítógépes tervezése* (Üzemi anyagmozgatási rendszerek számítógépes tervezése szimpózium, 1988)
- [S15] **Wagner, György;** Cselényi, József; Csizmadia, László; Mang, Béla: *Rechner unterstützte Planung der Robotisierte Bedienung einer feuerfeste Ziegel Erzeugenden Presse* (Konferenz zur Materialhandhabung, Belgrad, pp. 19, 1988)
- [S16] **Wagner, György;** Csekő, Béla; Mang, Béla; *Központi tárolóval rendelkező görgőspályás rugalmas anyagmozgató rendszer szimulációs vizsgálata* (XXIV. Borsodi Műszaki és Közgazdasági Hetek, 1986)
- [S17] Kovács, László; **Wagner, György:** *Heurisztikus módszer a modulok összerendelésének optimalizálására* (Production Systems and Information Engineering, 2023)

- [S18] **Wagner, György**; Kovács, László: *Felhőalapú moduláris tervező program architektúrája* (Production Systems and Information Engineering, 2023)
- [S19] **Wagner, György**; Kovács, László: *Felhőalapú moduláris tervezés algoritmusai* (Production Systems and Information Engineering, 2023)

9 ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN HASZNÁLT TOVÁBBI PUBLIKÁCIÓK

- [1] Feng, Chen; Xiao, Yong; Willette, Aaron; McGee, Wes; Kamat, Vineet R.: *Vision guided autonomous robotic assembly and as-built scanning on unstructured construction sites* (Automation in Construction, 2015, DOI10.1016/j.autcon.2015.06.002)
- [2] Nag, Sreeja; Li, Alan S.; Merrick, James H.: *Scheduling algorithms for rapid imaging using agile Cubesat constellations* (Advances in Space Research, 2018, DOI10.1016/j.asr.2017.11.010)
- [3] Rausch, Christopher; Nahangi, Mohammad; Perreault, Melanie; Haas, Carl T.; West, Jeffrey: *Optimum Assembly Planning for Modular Construction Components* (Journal of Computing in Civil Engineering, 2017, DOI10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000605)
- [4] Kretsis, Aristotelis; Christodoulopoulos, Konstantinos; Kokkinos, Panagiotis; Varvarigos, Emmanouel: *Planning and Operating Flexible Optical Networks: Algorithmic Issues and Tools* (IEEE Communications Magazine, 2014, DOI10.1109/MCOM.2014.6710065)
- [5] Saah, David; Tenneson, Karis; Matin, Mir; Uddin, Kabir; Cutter, Peter; Poortinga, Ate; Nguyen, Quyen H.; Patterson, Matthew; Johnson, Gary; Markert, Kel; Flores, Africa; Anderson, Eric; Weigel, Amanda; Ellenberg, Walter L.; Bhargava, Radhika; Aekakkararungroj, Aekkapol; Bhandari, Biplov; Khanal, Nishanta; Housman, Ian W.; Potapov, Peter; Tyukavina, Alexandra; Maus, Paul; Ganz, David; Clinton, Nicholas; Chishtie, Farrukh: *Land Cover Mapping in Data Scarce Environments: Challenges and Opportunities* (Frontiers in Environmental Science, 2019, DOI10.3389/fenvs.2019.00150)
- [6] Borraz, Raul; Navarro, Pedro J.; Fernandez, Carlos; Maria Alcover, Pedro: *Cloud Incubator Car: A Reliable Platform for Autonomous Driving* (Applied Sciences-Basel, 2018, DOI10.3390/app8020303)

-
- [7] Zhang, Xianyu; Ming, Xinguo; Liu, Zhiwen; Qu, Yuanju; Yin, Dao: *General reference model and overall frameworks for green manufacturing* (Journal of Cleaner Production, 2019, DOI10.1016/j.jclepro.2019.117757)
- [8] Borges Oliveira, Dario Augusto; Leal-Taixe, Laura; Feitosa, Raul Queiroz; Rosenhahn, Bodo: *Automatic tracking of vessel-like structures from a single starting point* (Computerized Medical Imaging and Graphics, 2015, DOI10.1016/j.compmedimag.2015.11.002)
- [9] Cheikhrouhou, Omar; Koubaa, Anis; Zarrad, Anis: *A Cloud Based Disaster Management System* (Journal of Sensor and Actuator Networks, 2020, DOI10.3390/jsan9010006)
- [10] Valizadeh, Siavash; Valilai, Omid Fatahi; Houshmand, Mahmoud; Vasegh, Zahra: *A novel digital dentistry platform based on cloud manufacturing paradigm* (International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 2019, DOI10.1080/0951192X.2019.1686170)
- [11] Swati I. Bairagi, Ankur O. Bang: *Cloud Computing: History, Architecture, Security Issues* (International Journal of Advent Research in Computer and Electronics (IJARCE), 2015, E-ISSN: 2348-5523)
- [12] Ari Liberman Garcia: *The Evolution of the Cloud (The Work, Progress and Outlook of Cloud Infrastructure)* (Massachusetts Institute of Technology, 2015, <https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/100311/932065967-MIT.pdf;sequence=1>)
- [13] Wei, Wei; Zhou, Feng; Liang, Feng-Fei: *Product platform architecture for cloud manufacturing* (Advanced Manufacturing, 2020, <https://doi.org/10.1007/s40436-020-00306-1>)
- [14] *Guide to Cloud Computing Architectures* (Packt Publishing, <https://www.networkcomputing.com/cloud-infrastructure/guide-cloud-computing-architectures>, 2018)

-
- [15] *The Cloud Computing reference model* (<https://cloudmanfr.wordpress.com/2017/10/31/the-cloud-computing-reference-model>, 2117)
- [16] Aldossary, Mohammad: *A Review of Energy-Related Cost Issues and Prediction Models in Cloud Computing Environments* (Computer Systems Science & Engineering, 2021, DOI:10.32604/csse2021.014974)
- [17] Priya Pedemkar: *Fog Computing Architecture* (<https://www.educba.com/fog-computing-architecture/>)
- [18] *Cloud Computing – A Five Layer Model* (Cloud Computing – A Five Layer Model (intervision.com, 2021)
- [19] Givehchi, Omid; Jasperneite, Juergen: *Industrial Automation Services as part of the Cloud: First Experiences* (ResearchGate, <https://www.researchgate.net/publication/257402460>, 2013)
- [20] Khajehei, Karnyab: *Green Cloud and Virtual Machines Migration Challenges* (Indian Journal of Science and Technology, DOI: 10.17485/ijst/2016/v9i5/71386, 2016)
- [21] Banica, Logica; Burtescu, Emil: *Advanced Security Models for Cloud Infrastructures* (ResearchGate, <https://www.researchgate.net/publication/266077953>, 2014)
- [22] IBM: *Cloud Computing History* (<https://www.ibm.com/cloud/blog/cloud-computing-history>)
- [23] InterVision: *Cloud Computing – A Five Layer Model* (<https://intervision.com/cloud-computing-five-layer-model/>)
- [24] Sedani, Jatankumar; Doshi, Minal: *Cloud Computing: From the Era of Beginning to Present* (International Journal of Novel Research in Computer Science and Software Engineering, 2015, ISSN 2394-7314)

-
- [25] Wei Y, Blake MB: *Service-oriented computing and cloud computing: challenges and opportunities*. (IEEE Conference on Internet Computing, pp. 72–75, 2010)
- [26] Singh, B; Dhawan, S; Arora, A: *A view of cloud computing* (International Conference on Computing Technology, pp. 50–58, 2013)
- [27] Ding, B; Yu Sun, LJ: *A cloud-based collaborative manufacturing resource sharing services* (International Conference on Information Technology, pp. 1258–1264, 2012)
- [28] Ren, L; Zhang, L; Wang, L. et al: *Cloud manufacturing: key characteristics and applications* (International Conference on Computing Integrated Manufacturing, pp. 501–515, 2017)
- [29] Zhang, L; Luo, YL; Fan, WH, et al: *Analyses of cloud manufacturing and related advanced manufacturing models* (International Conference on Computing Integrated Manufacturing System, pp. 458–468, 2011)
- [30] Xu, X: *From cloud computing to cloud manufacturing* (Conference on Robots and Computer Integrated Manufacturing 28, pp. 75–86, 2012)
- [31] Ren, L., Zhang, L; Zhang, YB, et al: *Resource virtualization in cloud manufacturing*. (Conference on Computer Integrated Manufacturing System 17, pp. 511–518, 2011)
- [32] Wei, W; Liang, PF: *A product platform architecture for cloud manufacturing* (Proceedings of 2018 48th international conference on computers and industrial engineering, Auckland, New Zealand, 2018)
- [33] *Capacity: History of Cloud Storage* (<https://capacity.com/cloud-storage/history-of-cloud-storage/>)

- [34] DIN 22101: *Continuous conveyor – Belt conveyors for loose bulk materials; Basics for calculation and dimensioning* (<https://pdfcoffee.com/qdownload/din-22101-pdf-free.html>)
- [35] TGL 20-350001: *Conveyors for continuous mechanical handling; Belt conveyors calculation method* (<https://bauarchivddr.bbr-server.de/bauarchivddr/archiv/tglarchiv/tgl20-1bis20-x/tgl-20-350001-mrz-1965.pdf>)
- [36] TGL 35378: *Continuous conveyors; Belt conveyors – Basis of calculation* (<https://bauarchivddr.bbr-server.de/bauarchivddr/archiv/tglarchiv/tgl30001bis40000/tgl35001bis35500/tgl-35378-apr-1981.pdf>)
- [37] *Continuous mechanical handling equipment – Belt conveyors with carrying idlers – Calculation of operating power and tensile forces* (<https://cdn.standards.iteh.ai/samples/11069/db7ed9c359514146bdbb893dc468002d/ISO-5048-1989.pdf>)
- [38] Behrens, U.: *Untersuchungen zum Walkwiderstand schwerer Förderbandanlagen. (Dissertation, Technische Hochschule Hannover, 1967.)*
- [39] Pajer, G.: *Zum Verformungswiderstand des Fördergutstroms auf Gurtförderern* (Hebezeuge und Fördermittel, 20.k. 8. sz., p228-231)
- [40] Schwarz, F.: *Zum Eindrückrollenwiderstand zwischen Fördergut und Tragrolle* (Fördern und Heben, 17. H.12)
- [41] Quass, H.: *Betrachtung zur Berechnung des Bewegungswiderstandes an Gurtbandförderern* (Bergbautechnik, 12., p 650-656)
- [42] Alles, R.: *Fördergurt Berechnung* (Continental Gummiwerke A. G., Hannover (2))
- [43] Cselényi, J.: *Végetlen vonóelemes anyagmozgató berendezések méretezésének alapjai állandósult üzemállapot esetén* (Kandidátusi értekezés, Miskolc. 1978, p 1-130)

-
- [44] Köhler, W.: *Zur Berechnung und Dimensionierung von Gurtbandförderern* (Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Hochschule Otto von Guericke, 18. 6/7, 1974, p 675-679)
- [45] Cselényi, J., Illés, B., Németh, J.: *Építőelemekből felépíthető szállítószalagok számítógépes tervezése* (NME Szállítóberendezések Tanszéke, Kutatási zárójelentés, 1980)
- [46] Eckardt, G., Köhler, W.: *Automatisierte Variantenkonstruktion mit Hilfe elektronischer Datenverarbeitungsanlagen* (Hebezeuge und Fördermittel, 1971, p 1-5)
- [47] Illés, B.: *Gumihevederes szállítószalagok interaktív tervezése moduláris programrendszerrel* (egyetemi doktori értekezés, NME, Miskolc, 1986, p 1-183)