

A TERVEZÉSI FELADATOK KÖVETELMÉNYEI ÉS IDŐRENDJE A VEGYÉSZMÉRNÖKI ALAPSZAKON

1. Bevezetés

Ez a dokumentum a Pannon Egyetem Vegyészmérnök Szakán az Alapképzés (BEng) Program hallgatói által készítendő *Szakdolgozat (Tervezés I és Tervezés II tantárgyak)* rendjét, követelményeit és értékelési szabályait írja le.

1.1 Célok

A *Szakdolgozat (Tervezés I. és Tervezés II. tantárgyak)* a vegyészmérnök szakos hallgatók képzési programjában alapvető szerepet játszik. A kurzusok során a hallgatók több lépcsőben találkoznak a léptéknöveléssel, a vegyipari technológiai folyamatok és rendszerek tervezésével, valamint a terméktervezéssel. Az oktatás e formájának célja, hogy a hallgatók:

- a) tapasztalatot szerezzenek a vegyészmérnöki tervezés folyamatáról, amely a koncepcionális fázistól a részletes tervek kidolgozásáig tart,
- b) a különböző tantárgyakban tanult vegyészmérnöki ismeretek alkalmazását olyan szinten gyakorolják, amely a lehető legközelebb van az ipari tevékenységhez,
- c) direkt módon és kreatívan fogjanak hozzá a tervezési feladatokhoz,
- d) szerezzenek gyakorlatot a különböző képzettségű személyekből álló csoportokban végzett munkában,
- e) legyenek képesek átfogó, részletes műszaki jelentés írására,
- f) teljesítsék az IChemE akkreditálási követelményeit.

A tervezési feladaton keresztül az ipari szakemberek felmérhetik a Pannon Egyetemen oktatott tananyag gyakorlati alkalmazhatóságát is.

1.2 Ipari támogatás

Az ipar szakemberei részt vehetnek a tervezési feladatok témavezetésében. Ez lehetőséget ad kölcsönös előnyökkel járó adatszolgáltatásra, és a szakmai gyakorlat keretén belül a hallgatók megismerhetik a működő berendezéseket, eljárásokat. Az ipar képviselői részt vesznek a tervezési feladatok elbírálásában is.

1.3 A Szak feladatai

Az oktatók jelenléte lényeges eleme az oktatási folyamatnak. Ennek során a:

<i>Szakvezető</i>	felelős a szakdolgozattal (Tervezés I. és Tervezés II. tantárgyak) kapcsolatos szaki szintű szervezésért, az egységes követelményrendszerért és értékelésért, az egész folyamat felügyeletéért
<i>Intézetvezető</i>	felelős a tervezési feladatok kiírásáért és a témák vezethetőségéért, szervezésért és az ipari kapcsolatok bonyolításáért

Tanszéki koordinátor feladata a tanszéki szervezéssel kapcsolatos operatív tevékenységek ellátása. A koordinátor lehet egyben témavezető is

Témavezető felelős a hallgatói csoport tevékenységéért.

A témavezető fő tevékenységei csoportos tervezés esetén:

- a) egyenletes munkára készíti a hallgatókat a csoport és a tanszéki erőforrások jó kihasználásával;
- b) segíti a hallgatókat, hogy csoportban dolgozzanak együtt;
- c) közérthetően és egyértelműen megfogalmazza a munka követelményeit;
- d) a tervezési feladat készítése során felmerülő hiányosságok megszüntetésére konzultációkat szervez (lásd 5. fejezet);
- e) elősegíti, hogy a hallgatók megismerjék a feladat tartalmi és formai követelményeit (lásd 4. fejezet).

Konzulens (szakértő) szakmai tanácsot ad a részletes tervek kidolgozásához.

2. Szervezés

2.1 Tervező csoportok

A *Szakedolgozatot*, amely tartalmazza egy-egy teljes technológiai rendszer tervezésének minden lényeges elemét, a hallgatók normál körülmények között 4-6 fős csoportokban dolgozzák ki. A csoportok létszámát és összetételét a Vegyészmérnöki és Folyamatmérnöki Intézet határozza meg. A csoportosan kidolgozandó feladatok esetén a csoport tagjai munkájukat együttműködve végzik, a feladatért együttesen felelnek. Az egyéni feladatok esetén mindenki egyénileg felelős. Az 5. félév végén kialakított csoportbeosztáson csak tanulmányi okok miatt, a szakvezető jóváhagyásával lehet változtatni.

2.2 Témavezető

A témavezető szerepe:

- a) gondoskodik a tervezési segédletekről;
- b) szakmai tanácsokat ad;
- c) segítséget nyújt a különböző szakmai problémák megoldása során – esetleg megfelelő szakértők bevonásával.

A témavezető rendszerességgel találkozik a csoportjával, hogy meghatározza a munka következő fázisának súlyponti feladatait; regisztrálja a munka előrehaladását, beszámoltatja a hallgatókat az elvégzett munkáról; felméri azokat a területeket, ahol szakmai segítségre van szükség.

A részfeladatok kitűzésénél a témavezetőnek arra kell törekednie, hogy a munka üteme egyenletes és az elvárásoknak megfelelő legyen. A konzultációk során foglalkoznia kell mind szakmai, mind szervezési kérdésekkel. A konzultációk és gyakorlatok időtartamát a tanterv rögzíti.

A kitűzött feladathoz a követelményrendszer (lásd 3. fejezet) alapján ütemtervet kell készíteni általános jellegű célkitűzésekkel. A hallgatók felelősek ezen általános célok teljesítéséért és a határidők betartásáért.

A konzultációkról jegyzőkönyvet kell vezetni az 1. melléklet szerint. A jegyzőkönyveket a témavezető gyűjti, és azok a szakon nyilvánosak.

Konzulens

A Szakvezető kérésére az Vegyészmérnöki és Folyamatmérnöki Intézet igazgatója adott tématerületre specializált konzulenseket nevezhet ki. Az adott tématerülettel foglalkozó konzulensek segítségét a hallgató(k) a megállapodott időkontingens terhére előre megbeszélt időpontban vehetik igénybe.

2.3 Időrend

A *Szakdolgozat (Tervezés I és Tervezés II tantárgyak)* két félév során, a 6. és a 7. félévben kerül kidolgozásra. A 6. félévben a 3.1. fejezet szerinti feladatokat kell megoldani. A félév végén a szorgalmi időszakban az elvégzett tervezési munkát egy írásbeli jelentésben és szóbeli beszámolóban kell összefoglalni a *Tervezés I.* tantárgy teljesítéseként. Az írásbeli jelentés leadásának határidejét a 3.1. fejezet tartalmazza. A tervezési feladat a 7. félévben kerül befejezésre a 3.2. fejezetben meghatározott feladatok kidolgozásával és a végső tervdokumentum (*Szakdolgozat*) elkészítésével. A *Tervezés II.* tantárgy teljesítéseként a szorgalmi időszakban az évközi (nem végleges) tervezési munkát egy írásbeli jelentésben és szóbeli beszámolóban kell összefoglalni a 3.2 fejezetben ismertetett tartalmi követelményekkel és határidővel.

3. Feladatkitűzés és követelményrendszer

A tervezési feladatokat aktuális ipari problémák megoldásának célzatával kell kiírni. A feladat specifikálásában általában definiálni kell az erőforrásokat, a reakciókat, a termék-specifikációkat és a kapacitásigényeket. A tervezési feladat fő célkitűzései között általában a következő pontok szerepelnek:

Csoportos tervezés

- Ki kell választani a megfelelő technológiát a különböző alternatív technológiai variánsok közül. Ehhez hozzátartozik az egyes eljárások technológiai sémáinak összevetése, a fő anyag- és energia áramok forgalmának értékelése, valamint az adott tervezési szinten becsülhető költségek értékelése az alternatívák közötti választáshoz. Ez a szakasz a projekt koncepcionális elemzésére, előzetes (gazdasági és műszaki) értékelésére, adat és irodalom gyűjtésére, és előzetes folyamattervezésére és értékelésére fókuszál. Az alternatív technológiai variánsok összevetéséhez és kiválasztásához a fentiekén kívül ezen a tervezési szinten sorra kerülnek még a környezetvédelmi, a fenntarthatósági, az egészségügyi és biztonsági kérdések, valamint az üzemeltetési problémák előzetes elemzései.
- A kiválasztott technológia részletes tervezése; egyedi műveleti egységek tervezése és szimulációja; biztonságtechnikai és szabályozástechnikai feladatok megoldása, gépészeti és elrendezés tervezés, a környezetvédelmi problémák elemzése. A hallgatóknak egyértelműen demonstrálni kell, hogy a készülék, eljárás, technológia megfelel az ipari követelményeknek.
- A beruházás gazdasági elemzése, beruházási, működtetési költségek számítása, a tervdokumentáció elkészítése.
- A 3.1. és 3.2. fejezetek tartalmazzák az egyes tervezési szakaszokban elvégzendő feladatok részletes listáját.

3.1 A csoportos tervezés első szakaszának (Tervezés I.) feladatai (hatodik félév)

- A tervezési feladat részletes megismerése
- Irodalmazás, piackutatás, alternatív technológiai megoldások keresése
- A legkedvezőbb technológiai változat tervezésre történő kiválasztása, ezen belül a főbb tervezési pontok és a dolgozatban kötelezően szereplő elemek:
 - A tervezéshez szükséges fizikai-kémiai tulajdonságok összegyűjtése, számítása
 - A technológiai folyamat tervezése, technológiai hálózat (flowsheet) szintézise
 - Az egyes folyamatlépésekhez a műveleti egységek kiválasztása, indoklása
 - A technológia anyag és energiaáramainak meghatározása
 - A műveleti egységek, berendezések méretezése
 - Műveleti egységek, berendezések beruházási és installálási költsége
 - A műveleti egységek beruházási és installálási költségének számítása
 - A technológia alap és segédanyagának, segédenergiáinak költsége, az éves üzemeltetési költség és a beruházás megtérülési idejének számítása
 - A környezetvédelmi és etikai problémák, az egészségügyi és biztonsági kérdések valamint a fenntarthatósági és üzemelési problémák előzetes elemzése, és ezek figyelembe vételével a technológia alternatívák összehasonlító elemzése majd a részletes tervezésre szánt technológia kiválasztása
 - Az írásbeli jelentés elkészítése

Az elkészült írásbeli jelentést elektronikus formátumban a Moodle tanulmányi rendszer Vegyészmérnöki és Folyamatmérnöki Intézetéhez tartozó *"VM BSc tervezési feladatok"* tantárgyi oldalán kell feltölteni a *szorgalmi időszak utolsó hetének hétfőjéig (12:00)*, míg a szóbeli beszámoló ugyan ezen a héten kerül lebonyolításra a felelős intézeti tanszékek által megadott időrend szerint.

3.2 A csoportos tervezés második szakaszának (Tervezés II.) feladatai (hetedik félév)

- A komponensek fizikai-kémiai tulajdonságai, piackutatás
- A tervezés első fázisának ismertetése (az alternatív technológiai variánsok összevetése és kiválasztása)
- A műveleti egységek részletes tervezése (hallgatóként legalább egy készülék tervezése)
- Műveleti egységek szabályozási rendszerének tervezése
- Biztonsági kérdések (HAZOP elemzés)
- A technológia anyag és energiaáramainak számítása
- Energetikai elemzés, energia integráció
- P&I ábra elkészítése a teljes technológiára
- Üzem elhelyezési terv elkészítése
- Konceptcionális terv az üzemeltetés, indítási és leállítási feladatokra
- Költségelemzés: beruházási költségek, üzemeltetési költségek, megtérülési idő számítása
- Környezetvédelmi feladatok megoldása

- Analitika
- Minőség menedzsment
- A végső tervdokumentáció (*Szakedolgozat*) elkészítése

Az elkészült *Szakedolgozatot* nyomtatott formátumban (2 példány) a Szakvezetőnek kell leadni a *szorgalmi időszak utolsó előtti hetének hétfőjéig (12:00)*, illetve elektronikus formátumban a Moodle tanulmányi rendszer Vegyész-mérnöki és Folyamatmérnöki Intézetéhez tartozó "*VM BSc tervezési feladatok*" tantárgyi oldalán kell feltölteni. A záróvizsga részeként szervezett szakdolgozatvédésen a csoport ismerteti a közös munkát, és mindegyik tagja bemutatja a saját munkáját. A szakdolgozatvédés a vizsgaidőszakban kerül lebonyolításra a Vegyész-mérnöki és Folyamatmérnöki Intézet Igazgatója által meghatározott időpontban.

A *Tervezés II.* tantárgy teljesítéséhez elkészült évközi írásbeli jelentést elektronikus formátumban a Moodle tanulmányi rendszer Vegyész-mérnöki és Folyamatmérnöki Intézetéhez tartozó "*VM BSc tervezési feladatok*" tantárgyi oldalán kell feltölteni a *szorgalmi időszak kilencedik hetének hétfőjéig (12:00)*, míg a szóbeli beszámoló ugyan ezen a héten kerül lebonyolításra a felelős intézeti tanszékek által megadott időrend szerint. Az írásbeli jelentésnek nem kell tartalmaznia fent felsorolt feladatok közül az alábbiakat:

- Biztonsági kérdések (HAZOP elemzés)
- P&I ábra elkészítése a teljes technológiára
- Üzem elhelyezési terv elkészítése
- Környezetvédelmi feladatok megoldása
- Analitika
- Minőség menedzsment

4. Értékelés

4.1 Hallgatói értékelés

Az egyéni érdemjegyek megítélésében az egyéni és a csoportban végzett munkát illetve a szóbeli beszámolókon mutatott teljesítményt is figyelembe kell venni.

A 6. féléves tervezési feladat (*Tervezés I. tantárgy*) írásbeli jelentésének minősítését a témavezető végzi a 4.2 fejezetben található pontrendszer alapján. A csoportmunka feladatok esetén az értékelésként megadott pontszámot kapja meg a tervezőcsoport minden tagja. A szóbeli beszámoló értékelését és pontozását a felelős intézeti tanszék oktatóiból és a további intézeti tanszékek egy-egy oktatójából álló bizottság végzi a 4.2. fejezetben található pontrendszer alapján.

A 7. féléves tervezési feladat (*Tervezés II. tantárgy*) írásbeli jelentésének minősítését a témavezető végzi a 4.3 fejezetben található pontrendszer alapján. A csoportmunka feladatok esetén az értékelésként megadott pontszámot kapja meg a tervezőcsoport minden tagja. A szóbeli beszámoló értékelését és pontozását a felelős intézeti tanszék oktatóiból és a további intézeti tanszékek egy-egy oktatójából álló bizottság végzi a 4.3. fejezetben található pontrendszer alapján.

A végleges *szakdolgozat* minősítését a témavezető és egy külső szakértő végzi a 4.4 fejezetben található pontrendszer alapján. A csoportmunka feladatok esetén az értékelésként megadott pontszámot kapja meg a tervezőcsoport minden tagja. A szakdolgozat végleges minősítését a témavezető és a külső szakértő által adott pontszámok átlaga adja. A záróvizsga részeként szervezett szakdolgozatvédésen a

Vegyésmérnöki és Folyamatmérnöki Intézet Igazgatója által felkért vizsgabizottság értékeli a szóbeli beszámolót a 4.4 fejezetben található pontrendszer alapján. A vizsgabizottság a felelős intézeti tanszék oktatóiból, a további intézeti tanszékek egy-egy oktatójából, valamint egy külső szakértőből áll.

4.2 A csoportos tervezés első szakaszának (Tervezés I.) értékelése (hatodik félév)

	Feladatok (írásbeli)	Értékelési szempontok	Egyéni/ Csoportmunka	Adható pontszám
1	A komponensek fizikai-kémiai jellemzőinek meghatározása, piackutatás	0 pont: A komponensek és komponenselemek fizikai-kémiai jellemzőinek definiálása hiányzik, vagy súlyos hibát tartalmaz 1-2 pont: A piackutatás helytálló, a komponensek fizikai-kémiai jellemzőinek definiálása részben hiányos vagy teljesen hiányzik 3-4 pont: A komponensek fizikai-kémiai jellemzői jól meghatározottak, azonban a piackutatás hiányos 5 pont: Kiváló munka, aktuális és releváns hivatkozások mind a komponensekre, komponenselemekre és piackutatásra nézve is	csoportmunka	0-5 pont
2	Az alternatív eljárások bemutatása	0 pont: Az adott tervezési feladat lehetséges alternatív eljárásainak meghatározása hiányzik, vagy súlyos hibát tartalmaz 1 pont: Hiányos irodalomkutatás az alternatív eljárások meghatározását illetően 2 pont: Az alternatív eljárási lehetőségek jól be vannak mutatva, azonban közülük nem mindegyik eljárás került bemutatásra azonos részletességgel 3 pont: Kiváló munka, aktuális és releváns hivatkozások a lehetséges eljárásokra vonatkozólag, az eljárások bemutatása részletes és azok könnyedén összehasonlíthatóak egymással	csoportmunka	0-5 pont
3	A technológia kidolgozása, folyamatábra	0 pont: A reakciók specifikálása és a szétválasztó rendszer specifikációjának definiálása hiányzik, vagy súlyos hibát tartalmaz 1-3 pont: A reakciók specifikálása vagy a szétválasztó rendszer specifikációjának definiálása hiányos és a folyamatábra nem teljes 4-7 pont: A reakciók specifikálása és a szétválasztó rendszer specifikációi jól definiáltak, a folyamatábra input-output és recirkulációs szerkezete hiányos 8-10 pont: Kiváló munka, a reakciók specifikálása és a szétválasztó rendszer specifikációjának definiálása teljes, valamint a technológia input-output és recirkulációs szerkezete is világosan meghatározott	egyéni	0-10pont
4	A berendezések kiválasztása és értékelése teljeskörű	0 pont: A főbb berendezések kiválasztása hiányzik, vagy súlyos hibát tartalmaz 1-3: pont: A főbb berendezések megválasztása helytelen 4-7 pont: A főbb berendezések megválasztása helyes, azonban a választása indoklása, az értékelés hiányos 8-10 pont: Kiváló munka, a berendezések kiválasztása helyes és a választás indoklása, az értékelés hiányos	egyéni	0-10pont

5	A technológia anyagmérlegének és hőmérlegének meghatározása	0 pont: Az anyagmérleg és a hőmérleg hiányzik, vagy súlyos hibát tartalmaz 1-7 pont: Az anyagmérleg és a hőmérleg meghatározása hiányos 8-15 pont: Az anyagmérleg meghatározása helyes, azonban a hőmérleg meghatározása hiányos 16-20 pont: Kiváló munka, az anyagmérleg és a hőmérleg meghatározása is helyes	egyéni	0-20 pont
6	A berendezések méretezése	0 pont: A berendezések méretezése hiányzik, vagy súlyos hibát tartalmaz 1-5 pont: A berendezések segédenergia igényének meghatározása 6-10 pont: A berendezések méretezése, amely részletesen tartalmazza a tervezés során figyelembe vett szempontokat 11-16 pont: A főbb berendezések gépészeti tervezése a szerkezeti anyagok meghatározásával, amely tartalmazza a szerkezeti anyagok kiválasztásának főbb szempontjait 17-20 pont: Kiváló munka, az eljárás összes berendezésének méretezése, amely magában foglalja a segédenergia igények számítását és a berendezések alapvető gépészeti tervezést is	egyéni	0-20 pont
7	A beruházási- és üzemelési költségek meghatározása	0 pont: A költségbecslés hiányzik vagy pedig az ahhoz szükséges alapadatok súlyos hibát tartalmaznak 1-2 pont: A beruházási költség becslése hiányos 2-4 pont: A beruházási költség jól meghatározott, az üzemelési költségek becslése hiányzik vagy nem teljes 5 pont: Kiváló munka, a beruházási- és üzemelési költségek jól meghatározottak	egyéni	0-5 pont
8	Az alapanyag- és külső energiaigények meghatározása, gazdaságossági számítások elvégzése	0 pont: A számítás hiányzik, vagy pedig a kiválasztott számítási módszer súlyos hibát tartalmaz 1-2 pont: Az alapanyagok, a segédenergia igények és a külső energiaigények meghatározása teljes, az egyszerűsített profitabilitás analízis hiányzik vagy hibás 3-4 pont: Az alapanyagok, a segédenergia igények és a külső energiaigények meghatározása teljes, az egyszerűsített profitabilitás analízis hiányos 5 pont: Kiváló munka, az alapanyagok, a segédenergia igények és a külső energiaigények meghatározása, valamint az egyszerűsített profitabilitás analízis is teljes	egyéni	0-5 pont
9	Környezetvédelmi, etikai, egészségügyi, biztonságtechnikai, és működés során fellépő problémák, fenntarthatóság elemzése. Az alternatív technológiák összehasonlító elemzése, majd a megtervezendő technológia kiválasztása	0 pont: Az elemzés hiányzik 1-3 pont: Környezetvédelmi, etikai, egészségügyi, biztonságtechnikai, és működés során fellépő problémák, fenntarthatóság elemzése. 4-7 pont: Az előbbi pontban felsorolt elemek részletes elemzése, és az alternatív technológiák összehasonlító elemzése, majd a megtervezendő technológia kiválasztása a specifikált célok kielégítésének figyelembevételével. 8-10 pont: Kiváló munka, az előbbieken felsorolt minden pont részletes elemzése	csoportmunka	0-10 pont

10	Csoportmunka	0 pont: A csoportmunka feladatok megoldásában nem vett részt. 1-3 pont: A csoportmunka feladatok megoldásában az arányosnál kisebb mértékben vett részt. 4-7 pont: Együttműködés a csoport tagjaival, a csoportmunka feladatok megoldásában arányosan vett részt. 8-10 pont: Együttműködés a csoport tagjaival, a csoportmunka feladatok megoldásában az arányosnál több munkát vállalt.	egyéni	0-10 pont
	Írásbeli összesen			0-100 pont

Szóbeli értékelés				
11	A szóbeli előadás szakmai színvonala	0 pont: Az előadás zavaros, formailag nem egységes, tartalma nem értelmezhető.	egyéni	0-10 pont
		1-3 pont: Az előadás formailag egységes; tartalomjegyzék alapján felépített.		
		4-7 pont: Világos és átlátható előadás, a tartalom jól megérthető a szóbeli magyarázattal együtt		
		8-10 pont: Kiváló előadás, a szakdolgozat minden fő eleme bemutatásra kerül.		
12	Előadói készség	0 pont: Nincs vagy nem megfelelő az előadás	egyéni	0-10 pont
		1-3 pont: A főbb pontokra kitér az előadó, néhány kisebb hiba, jó előadás		
		4-7 pont: Minden lényeges pontra kitér az előadó, kiegyensúlyozott, jó előadás, minden prezentációs eszköz alkalmazásra kerül az előadás során (laptop, pointer stb.)		
		8-10 pont: Kiváló előadás. Releváns információk, összefüggések, ok-okozatok feltárása és magyarázata jó időgazdálkodás mellett.		
13	Diszkussziós készség	0 pont: A bizottság által feltett kérdésekre minimális hozzászólás, nincs diszkusszió.	egyéni	0-10 pont
		1-3 pont: Felületes hozzászólás, nagy hibák és megválaszolatlan részek, jelentős ellentmondások, indokolatlan hosszúság és/vagy tartalom, helytelen válasz a kérdésekre		
		4-7 pont: Minden főbb pont megválaszolásra kerül, néhány apróbb hiba vétése, jó válaszok, azonban az érvelés kissé bizonytalan		
		8-10 pont: Kiváló szakmai vitakészség, a szakmai kifejezések magas szintű alkalmazása, színvonalas előadás és válaszok a feltett kérdésekre		
	Szóbeli összesen			0-30 pont
	Összesített pontszám			0-130 pont

4.3 A csoportos tervezés (még nem végleges) második szakaszának (Tervezés II.) értékelése (hetedik félév évközi beszámolója)

	Feladatok (írásbeli)	Értékelési szempontok	Egyéni/ Csoportmunka	Adható pontszám
1	A komponensek fizikai-kémiai jellemzőinek bemutatása, piackutatás	0 pont: A komponensek és komponenselegyek fizikai-kémiai jellemzőinek bemutatása hiányzik, vagy súlyos hibát tartalmaz 1-3 pont: A piackutatás helytálló, a komponensek fizikai-kémiai jellemzőinek definiálása részben hiányos vagy teljesen hiányzik 4-5 pont: Kiváló munka, aktuális és releváns hivatkozások mind a komponensekre, komponenselegyekre és piackutatásra nézve is	csoportmunka	0-5 pont
2	A Tervezés I. c. tantárgy eredményeinek és az alternatív technológiák bemutatása	0 pont: Az eredmények és az alternatív technológiák bemutatása hiányzik, vagy súlyos hibát tartalmaz 1-2 pont: A megtervezett rendszer berendezései hiányosak 3-4 pont: Jó munka, azonban a megtervezett technológia input-output és recirkulációs szerkezete nem fedi le a teljes technológiát. 5 pont: Kiváló munka, az eredmények összehasonlíthatók az ipari áramokkal	csoportmunka	0-5 pont
3	A műveleti egységek részletes vegyész-mérnöki tervezése a tömeg és energia mérleg alapján	0 pont: Hiányzó fejezet, alapvetően hibás tervezési módszertan 1-8 pont: Csak alap tervezési és méretezési számítások kerültek elvégzésére és/vagy jelentős hibával terheltek az elvégzett számítások, a dokumentáció nem megfelelő 9-15 pont: A számítások nem teljesek és/vagy kisebb hibával terheltek a tervezési, méretezési számítások, a dokumentáció megfelelő, de az optimális üzemeltetési paraméterek nem kerültek alátámasztásra 16-20 pont: A tervezési és méretezési számítások minden részlete megfelelő módon került dokumentálásra, a számításokban nem található hiba és az optimális üzemeltetési paraméterek megfelelő módon kerültek alátámasztásra	egyéni	0-20 pont
4	A műveleti egység irányítórendszerének strukturális tervezése	0 pont: Hiányzó fejezet, alapvetően hibás irányítási struktúra 1-6 pont: A műveleti egység irányítási struktúrája hiányos és/vagy hibás, a dokumentáció nem megfelelő 7-11 pont: A javasolt irányítási struktúra csak apró hibákat tartalmaz, a dokumentáció megfelelő 12-15 pont: A kidolgozott irányítási struktúra megfelelő, csak úgy mint a dokumentáció	egyéni	0-15 pont

5	A technológia anyag- és energiaáramainak meghatározása	0 pont: Hiányzó fejezet, alapvető hibák a számításokban	csoporthmunka	0-10 pont
		1-4 pont: Csak alap számítások kerültek elvégzésére és/vagy jelentős hibával terheltek az elvégzett számítások, a dokumentáció nem megfelelő		
		5-8 pont: A számítások nem teljesek és/vagy kisebb hibával terheltek a tervezési, méretezési számítások, a dokumentáció megfelelő		
		9-10 pont: Minden egyes részlete az energia és anyag mérleg számításának megfelelő és kellően jól dokumentált, az eredmények megfelelő módon kerültek összefoglalásra és kiértékelésre		
6	Energetikai elemzés, energiaintegráció	0 pont: Hiányzó fejezet vagy hibás koncepció	csoporthmunka	0-15 pont
		1-6 pont: Az energiaintegráció nem terjed ki a teljes technológiára, a számításokban alapvető hibák vannak.		
		7-11 pont: Az energiaintegráció nem terjed ki a teljes technológiára, a számítások helyesek vagy kisebb hibák vannak benne		
		12-15 pont: Az energiaintegráció teljes, a számítások helyesek.		
7	Konceptcionális terv az üzemeltetés, indítási és leállítási feladatokra	0 pont: Hiányzó fejezet	csoporthmunka	0-10 pont
		1-5 pont: A terv nem tér ki részletesen az instacioner üzemállapotokra, a megállapítások helytelenek.		
		6-10 pont: A terv a stationer üzemállapot mellett az instacioner üzemállapotokat is részletesen bemutatja. A következtetések helyesek.		
8	Költségelemzés: beruházás, üzemelés, megtérülés	0 pont: Hiányzó fejezet, súlyos hibák a számításokban	csoporthmunka	0-10 pont
		1-5 pont: A beruházási és üzemeltetési költségek számítása hibás, a felhasznált adatok nem időszerűek, a megtérülés számítása hiányzik.		
		6-10 pont: A költségelemzés teljes, a számítások helyesek.		
9	Csoportmunka	0 pont: A csoportmunka feladatok megoldásában nem vett részt.	egyéni	0-10 pont
		1-3 pont: A csoportmunka feladatok megoldásában az arányosnál kisebb mértékben vett részt.		
		4-7 pont: Együtműködés a csoport tagjaival, a csoportmunka feladatok megoldásában arányosan vett részt.		
		8-10 pont: Együtműködés a csoport tagjaival, a csoportmunka feladatok megoldásában az arányosnál több munkát vállalt.		
Írásbeli összesen				0-100 pont

Szóbeli értékelés				
10	A szóbeli előadás szakmai színvonala	0 pont: Az előadás zavaros, formailag nem egységes, tartalma nem értelmezhető.	egyéni	0-10 pont
		1-3 pont: Az előadás formailag egységes; tartalomjegyzék alapján felépített.		
		4-7 pont: Világos és átlátható előadás, a tartalom jól megérthető a szóbeli magyarázattal együtt		
		8-10 pont: Kiváló előadás, a szakdolgozat minden fő eleme bemutatásra kerül.		
11	Előadási készség	0 pont: Nincs vagy nem megfelelő az előadás	egyéni	0-10 pont
		1-3 pont: A főbb pontokra kitér az előadó, néhány kisebb hiba, jó előadás		
		4-7 pont: Minden lényeges pontra kitér az előadó, kiegyensúlyozott, jó előadás, minden prezentációs eszköz alkalmazásra kerül az előadás során (laptop, pointer stb.)		
		8-10 pont: Kiváló előadás. Releváns információk, összefüggések, ok-okozatok feltárása és magyarázata jó időgazdálkodás mellett.		
12	Diskussziós készség	0 pont: A bizottság által feltett kérdésekre minimális hozzászólás, nincs diskusszió.	egyéni	0-10 pont
		1-3 pont: Felületes hozzászólás, nagy hibák és megválaszolatlan részek, jelentős ellentmondások, indokolatlan hosszúság és/vagy tartalom, helytelen válasz a kérdésekre		
		4-7 pont: Minden főbb pont megválaszolásra kerül, néhány apróbb hiba vétése, jó válaszok, azonban az érvelés kissé bizonytalan		
		8-10 pont: Kiváló szakmai vitakészség, a szakmai kifejezések magas szintű alkalmazása, színvonalas előadás és válaszok a feltett kérdésekre		
Szóbeli összesen				0-30 pont
Összesített pontszám				0-130 pont

4.4 A végső tervdokumentáció (Szakdolgozat) értékelése

A csoportmunkát csak a témavezető értékeli. A témavezető és külső szakértő átlagolt pontjánál ebben az esetben a témavezető értékelését kell figyelembe venni.

	Feladatok (írásbeli)	Értékelési szempontok	Egyéni/ Csoportmunka	Adható pontszám
1	A komponensek fizikai-kémiai jellemzőinek bemutatása, piackutatás	0 pont: A komponensek és komponenselemek fizikai-kémiai jellemzőinek bemutatása hiányzik, vagy súlyos hibát tartalmaz 1 pont: A piackutatás helytálló, a komponensek fizikai-kémiai jellemzőinek definiálása részben hiányos vagy teljesen hiányzik 2 pont: Kiváló munka, aktuális és releváns hivatkozások mind a komponensekre, komponenselemekre és piackutatásra nézve is	csoportmunka	0-2 pont
2	A Tervezés I. c. tantárgy eredményeinek és az alternatív technológiák bemutatása	0 pont: Az eredmények és az alternatív technológiák bemutatása hiányzik, vagy súlyos hibát tartalmaz 1 pont: A megtervezett rendszer berendezései hiányosak 2 pont: Jó munka, azonban a megtervezett technológia input-output és recirkulációs szerkezete nem fedi le a teljes technológiát. 3 pont: Kiváló munka, az eredmények összehasonlíthatók az ipari áramokkal	csoportmunka	0-3 pont
3	A műveleti egységek részletes vegyészmérnöki tervezése a tömeg és energia mérleg alapján	0 pont: Hiányzó fejezet, alapvetően hibás tervezési módszertan 1-3 pont: Csak alap tervezési és méretezési számítások kerültek elvégzésére és/vagy jelentős hibával terheltek az elvégzett számítások, a dokumentáció nem megfelelő 4-8 pont: A számítások nem teljesek és/vagy kisebb hibával terheltek a tervezési, méretezési számítások, a dokumentáció megfelelő, de az optimális üzemeltetési paraméterek nem kerültek alátámasztásra 9-12 pont: A tervezési és méretezési számítások minden részlete megfelelő módon került dokumentálásra, a számításokban nem található hiba és az optimális üzemeltetési paraméterek megfelelő módon kerültek alátámasztásra	egyéni	0-12 pont

4	A műveleti egység irányítórendszerének strukturális tervezése	0 pont: Hiányzó fejezet, alapvetően hibás irányítási struktúra	egyéni	0-10 pont
		1-3 pont: A műveleti egység irányítási struktúrája hiányos és/vagy hibás, a dokumentáció nem megfelelő		
		4-7 pont: A javasolt irányítási struktúra csak apró hibákat tartalmaz, a dokumentáció megfelelő		
		8-10 pont: A kidolgozott irányítási struktúra megfelelő, csak úgy mint a dokumentáció		
5	A technológia biztonsági elemzése (HAZOP)	0 pont: Hiányzó fejezet, alapvetően hibák az elemzésben	egyéni	0-10 pont
		1-3 pont: csak alap elemzés került elvégzésére és/vagy a dokumentáció nem		
		4-7 pont: az elvégzett HAZOP elemzés nem teljes és/vagy apró hibákat tartalmaz, a dokumentáció megfelelő		
		8-10 pont: Minden részlete a HAZOP elemzésnek megfelelő és a kellően jól dokumentált		
6	A technológia anyag- és energiaáramainak meghatározása	0 pont: Hiányzó fejezet, alapvető hibák a számításokban	csoportmunka	0-8 pont
		1-3 pont: Csak alap számítások kerültek elvégzésére és/vagy jelentős hibával terheltek az elvégzett számítások, a dokumentáció nem megfelelő		
		4-6 pont: A számítások nem teljesek és/vagy kisebb hibával terheltek a tervezési, méretezési számítások, a dokumentáció megfelelő		
		7-8 pont: Minden egyes részlete az energia és anyag mérleg számításának megfelelő és kellően jól dokumentált, az eredmények megfelelő módon kerültek összefoglalásra és kiértékelésre		
7	Energetikai elemzés, energiaiintegráció	0 pont: Hiányzó fejezet vagy hibás koncepció	csoportmunka	0-10 pont
		1-3 pont: Az energiaiintegráció nem terjed ki a teljes technológiára, a számításokban alapvető hibák vannak.		
		4-7 pont: Az energiaiintegráció nem terjed ki a teljes technológiára, a számítások helyesek vagy kisebb hibák vannak benne		
		8-10 pont: Az energiaiintegráció teljes, a számítások helyesek.		

8	P&I készítése	0 pont: Hiányzó fejezet, alapvetően hibák a technológia irányítási struktúrájában	csoporthmunka	0-5 pont
		1-3 pont: a technológia irányítási struktúrája nem teljes és/vagy hibás, P&ID jelölésrendszere nem megfelelő, a biztonsági elemek hiányoznak a P&ID ábráról.		
		4-5 pont: a technológia P&ID ábrája teljes és megfelelő, minden fontos részlete a megfelelő módon került dokumentálására és magyarázatra, a P&ID jelölésrendszere megfelelő		
9	Elhelyezési terv	0 pont: Hiányzó fejezet	csoporthmunka	0-5 pont
		1-3 pont: Az elhelyezési terv hiányos, fő kiszolgálóegységek hiányoznak, az elrendezés megjelenítése helytelen.		
		4-5 pont: Az elhelyezési terv teljes, valamennyi fő és kiszolgáló egység helyes elrendezésű.		
10	Konceptcionális terv az üzemeltetés, indítási és leállítási feladatokra	0 pont: Hiányzó fejezet	csoporthmunka	0-5 pont
		1-3 pont: A terv nem tér ki részletesen az instacioner üzemállapotokra, a megállapítások helytelenek.		
		4-5 pont: A terv a stacioner üzemállapot mellett az instacioner üzemállapotokat is részletesen bemutatja. A következtetések helyesek.		
11	Költségelemzés: beruházás, üzemelés, megtérülés	0 pont: Hiányzó fejezet, súlyos hibák a számításokban	csoporthmunka	0-5 pont
		1-3 pont: A beruházási és üzemeltetési költségek számítása hibás, a felhasznált adatok nem időszériék, a megtérülés számítása hiányzik.		
		4-5 pont: A költségelemzés teljes, a számítások helyesek.		
12	Környezetvédelmi feladatok megoldása	0 pont: Hiányzó fejezet	csoporthmunka	0-5 pont
		1-3 pont: A környezeti hatásvizsgálat hiányos, nem terjed ki az eljárásra, a nyersanyagokra és a termékekre.		
		4-5 pont: Teljes körű a környezeti hatásvizsgálat elkészítése.		
13	Analitika	0 pont: Hiányzó fejezet, hibás analitikai módszerek	csoporthmunka	0-5 pont
		1-3 pont: A felépített analitikai vizsgálati rendszer nem teljes, főbb elemek hiányoznak, a választott vizsgálati módszerek nem helyesek.		
		4-5 pont: A felépített analitikai vizsgálati rendszer teljes, a választott vizsgálati módszerek illeszkednek a technológiába.		

14	Minőség menedzsment	0 pont: Hiányzó fejezet	csoporthmunka	0-5 pont
		1-3 pont: A minőségmenedzsment hiányos csak részleteket tartalmaz a minőségellenőrzés, minőség szabályozás, minőségbiztosítás területekről.		
		4-5 pont: Teljeskörű a minőségmenedzsment ismertetése, minőség-ellenőrzés, minőség szabályozás, alkalmazható minőségbiztosítási rendszer bemutatása.		
15	Csoporthmunka	0 pont: A csoporthmunka feladatok megoldásában nem vett részt.	egyéni	0-10 pont
		1-3 pont: A csoporthmunka feladatok megoldásában az arányosnál kisebb mértékben vett részt.		
		4-7 pont: Együttműködés a csoport tagjaival, a csoporthmunka feladatok megoldásában arányosan vett részt.		
		8-10 pont: Együttműködés a csoport tagjaival, a csoporthmunka feladatok megoldásában az arányosnál több munkát vállalt.		
Írásbeli összesen				0-100 pont

Szóbeli értékelés				
16	A szóbeli előadás szakmai színvonala	0 pont: Az előadás zavaros, formailag nem egységes, tartalma nem értelmezhető.	egyéni	0-10 pont
		1-3 pont: Az előadás formailag egységes; tartalomjegyzék alapján felépített.		
		4-7 pont: Világos és átlátható előadás, a tartalom jól megérthető a szóbeli magyarázattal együtt		
		8-10 pont: Kiváló előadás, a szakdolgozat minden fő eleme bemutatásra kerül.		
17	Előadói készség	0 pont: Nincs vagy nem megfelelő az előadás	egyéni	0-10 pont
		1-3 pont: A főbb pontokra kitér az előadó, néhány kisebb hiba, jó előadás		
		4-7 pont: Minden lényeges pontra kitér az előadó, kiegyensúlyozott, jó előadás, minden prezentációs eszköz alkalmazásra kerül az előadás során (laptop, pointer stb.)		
		8-10 pont: Kiváló előadás. Releváns információk, összefüggések, ok-okozatok feltárása és magyarázata jó időgazdálkodás mellett.		
18	Diskussziós készség	0 pont: A bizottság által feltett kérdésekre minimális hozzászólás, nincs diszkusszió.	egyéni	0-10 pont
		1-3 pont: Felületes hozzászólás, nagy hibák és megválaszolatlan részek, jelentős ellentmondások, indokolatlan hosszúság és/vagy tartalom, helytelen válasz a kérdésekre		
		4-7 pont: Minden főbb pont megválaszolásra kerül, néhány apróbb hiba vétése, jó válaszok, azonban az érvelés kissé bizonytalan		
		8-10 pont: Kiváló szakmai vitakészség, a szakmai kifejezések magas szintű alkalmazása, színvonalas előadás és válaszok a feltett kérdésekre		
Szóbeli összesen				0-30 pont
Összesített pontszám				0-130 pont

4.5 Érdemjegy megállapítása

A hallgató tervezési munkája a 4.2.-4.4. fejezetben található szempontok és ponthatárok alapján kerül minősítésre. A hallgató által elért kerekített %-os eredmény alapján a *Tervezés I.*, a *Tervezés II.*, illetve a szakdolgozat végső érdemjegyét az alábbi táblázat határozza meg.

Kerekített százalékos eredmény, %	Érdemjegy
0-50	elégtelen (1)
51-60	elégséges (2)
61-70	közepes (3)
71-80	jó (4)
81-100	jeles (5)

A hallgatói tervezési feladat értékelését elégtelennek kell tekinteni abban az esetben, ha az írásbeli szakmai feladatok közül bármelyik minősítésében 0 pontot ér el.

4.6 Formai követelmények

A Mérnöki Kar dokumentumtárában elérhető sablonoknak megfelelően (<http://mkweb.uni-pannon.hu/dokutar/> (*Szakdolgozat/diplomadolgozat minta (docx) (pdf)*)). A végső dolgozatba, a feladatkiírást, a tartalmi összefoglalót és a kulcsszavakat magyarul és angolul is be kell tenni. A hallgatóknak és a témavezetőknek a nyilatkozatokat alá kell írniuk.

A dolgozatok terjedelmével kapcsolatos előírások:

- A Tervezés I. féléves dokumentáció személyenként 4000 szót tartalmazhat, de nem haladhatja meg a 40 A4 oldalt. Az ábrák, táblázatok száma nem korlátozott.
- A Tervezés II. féléves évközi dokumentáció személyenként 5500 szót tartalmazhat, de nem haladhatja meg az 50 A4 oldalt. Az ábrák, táblázatok száma nem korlátozott.
- A szakdolgozat, azaz a komplett tervdokumentáció legfeljebb 300 A4 nyomtatott oldal lehet. Az ábrák, táblázatok száma nem korlátozott.

Ha az első félévi beszámoló nem kerül elfogadásra, akkor egy új feladatot kell elkezdeni. A második féléves beszámoló el nem fogadása esetén azt megfelelően átdolgozva egy év múlva lehet újra benyújtani.

4.7 Hallgatói értékelés

A tervezési feladat elkészítésének sikerességéről, hasznosságáról, a kisegítő előadásokról a hallgatókkal kérdőíveket kell kitölteni. Az értékelés eredményét az érintettekkel közölni kell, a tapasztalatokat az új feladat kiírásánál fel kell használni.

5. Tervezési segédletek

5.1 Könyvek

- 1) Coulson and Richardson's Chemical Engineering, Volumes 1-6. Pergamon Press, 1990-1994.
- 2) Couper, J.R.; Penney, W.R.; Fair, J.R.; Walas, S.E.: Chemical Process Equipment. Selection and Design. Elsevier 2005.
- 3) M. S. Peters and K. D. Timmerhaus, Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 4th Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 2003.
- 4) R. Turton, R. C. Bailie, W. B. Whiting, and J. A. Shaeiwitz, Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 2003.
- 5) W. D. Seider, J. D. Seader, and S. R. Lewin, Product and Process Design Principles, J. Wiley & Sons, Inc., New York, 2004.
- 6) Perry's Chemical Engineer's Handbook, 7th Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1997.
- 7) A. Kumar, Chemical Process Synthesis and Engineering Design, Tata McGraw-Hill, New Delhi, 1981.
- 8) Robin Smith: Chemical Process Design and Integration, John Wiley, 2005.
- 9) Jones, B.A.J.: A Guide to Capital Cost Estimating, 3rd Edition, IChem^E, 1990.
- 10) Garrett, D.E.: Chemical Engineering Economics, Van Nostrand Reinhold, 1989.
- 11) Gerardo Ruiz-Mercado; Heriberto Cabezas: Sustainability in the Design, Synthesis and Analysis of Chemical Engineering Processes, Butterworth-Heinemann; 1 edition, 2016
- 12) David Shallcross: Chemical Engineering Explained: Basic Concepts for Novices, 2018
- 13) Alexandre C. Dimian, Costin S. Bildea, Anton A. Kiss: Integrated Design and Simulation of Chemical Processes, Elsevier Science, 2014
- 14) Jhuma Sadhukhan, Kok siew Ng, Elias: Biorefineries and Chemical Processes: Design, Integration and Sustainability Analysis, 2014.

5.2 Szoftverek

- 1) UNISIM, AspenPlus, Aspen Dynamics, PRO/II, HERO, HEXTRAN, FEM simulator
- 2) Matlab/Simulink + Toolboxes, Excel, C-C++

5.3 Regisztráció

A koordinátor feladata a tervezési feladat kapcsolatos adminisztráció intézése. Az adminisztráció részben regisztrálja a tényeket, részben útmutatást ad a további lépésekkel kapcsolatban.

Tipikus feladatok:

- Csoportok nyilvántartása
- Témakiírás
- Határidők és követelmények
- Vezérfonalak
- Dokumentációk gyűjtése

Konzultációs jegyzőkönyv

Dátum:

Résztevők:

1. Beszámoló a kiadott feladatok megvalósításáról:

<i>Sor- szám</i>	<i>Feladat</i>	<i>Készültségi fok</i>	<i>Felelős</i>
----------------------	----------------	----------------------------	----------------

2. Új feladatok.

<i>Sor- szám</i>	<i>Feladat</i>	<i>Felelős</i>
----------------------	----------------	----------------

Kérdőív

Ez a kérdőív a tervezési feladat témavezetésének minősítésére szolgál. Szíveskedjen kitölteni és visszajuttatni a szakfelelősnek. Az értékelés eredményét, a tapasztalatokat az új feladat kiírásánál figyelembe fogjuk venni. A kérdésekre 1-5 osztályzatot adjon.

Személyi rész:

A témavezető neve:

Milyen gyakran találkozott a témavezetőjével:

A konzultációk értéke: (1-5)

Konzultált-e más oktatókkal is? (i/n)

Konzulensek elérhetősége: (1-5)

Konzulensek:

Források

Adatok hozzáférhetősége: (1-5)

Számíthatóság: (1-5)

Könyvári anyagok: (1-5)

Előadások:

Az eddigi tanulmányaiból melyik tárgyakat találta a leghasznosabbnak?

Mely könyveket tudta legjobban használni?

Eredményesség:

Mennyiben bővítette a tervezési feladat

a vegyipari tervezési ismereteit? (1-5)

a működő vegyi gyárra vonatkozó ismereteit? (1-5)

a szakmai önbizalmát? (1-5)

Változtatta-e a tervezési tevékenysége az egyes tárgyak megítélését, ha igen melyeket?

Segítette-e a feladat a határidős tevékenységre való képességét? (1-5)

Segítette-e a feladat a csoporttevékenységre való képességét? (1-5)

Általában:

Nehéz volt a feladat? (1= nehéz, 5= könnyű)

Elegendő idő állt rendelkezésre? (1= nem, 5= sok)

Világos volt a célkitűzés? (1= nem, 5= igen)

Élvezte a munkát? (1= utáltam, 5= nagyon)

Megjegyzés: