

PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM
Műszaki és Informatikai Kar
Mérnöki és Smart Technológiák Intézet
Épületgépész- és Létesítménymérnöki Tanszék



SZALAI SÁNDOR

Vízellátó hálózat komparatív tervezés 2D / BIM módszerekkel

Belső konzulens: **Eördöghné Dr. Miklós Mária**

Külső konzulens: **Nagy Zoltán**

Pécs, 2025

Tartalomjegyzék

Témaválasztás és a célkitűzések	3
1. Vízellátó hálózat tervezés bemutatása	5
1.1. Tervezés felépítése, alapfogalmak	5
1.1.1. Vízszükséglet meghatározása	6
1.1.2. Vízellátó rendszer megtervezése	7
1.1.3. Csőhálózatok anyagának kiválasztása	8
1.1.4. Ivóvíz minőségének biztosítása	8
1.1.5. Tűzvíz-hálózat tervezése	9
1.1.6. Szürkevíz-hasznosítás és víztakarékosság	10
1.1.7. Rendszerbiztonság és megbízhatóság	11
1.1.8. Szennyvízelvezetés és csatornarendszer	12
1.1.9. Karbantartási követelmény	13
1.1.10. Szabályoknak és előírásoknak való megfelelés	14
1.1.11. Műszaki dokumentáció készítése	16
1.1.12. Összegzés:	18
2. Külföldi és hazai vélemények a témában	19
2.1.1. Hazai vélemények	19
2.1.2. Külföldi vélemények	21
3. 2D tervezés bemutatása	23
3.1.1. CAD szoftver kívüli tervezés	24
3.1.2. CAD szoftver belüli tervezés	26
3.1.3. Ütközés vizsgálat	27
3.1.4. Költségvetés készítés	28
4. BIM-es tervezés bemutatása	30
4.1.1. 0-dik lépés	30
4.1.2. Revit programmal való tervezés	33
4.1.3. Revit programmal való tervezés Add-on kiegészítőkkel	37
4.1.4. Ütközésvizsgálat	38
4.1.5. Költségvetés készítés	40
5. Összegzés	43
6. Ábrajegyzék	45
7. Idézett forrásmunkák	46

Témaválasztás és a célkitűzések

Az építőipar globális szinten számos kihívással néz szembe, amelyeket a növekvő felhasználói igények és a szigorú szabályozások egyre csak fokoznak. Ezek az igények magukban foglalják a biztonsági előírások betartását, az energiahatékonyság növelését, valamint a környezetvédelmi normák szigorítását. Az iparág jelenlegi, papíralapú és széttagolt szervezeti struktúrája nehezen képes megfelelni ezeknek az elvárásoknak, ami szükségessé teszi az integrált technológiai megoldások és a hatékonyabb információáramlás bevezetését. (1)

A projektmenedzsment területén a különböző érintettek — tervezők, kivitelezők, hatóságok, közművek, üzemeltetők és finanszírozók — közötti kommunikáció kulcsfontosságú. A digitális technológiák, mint például a BIM (Épületinformációs Modellezés), lehetővé teszik az életciklus során felmerülő összes releváns adat integrálását, így a projekt minden szereplője hozzáférhet a szükséges információkhoz, ami javítja a döntéshozatali folyamatokat és elősegíti a hatékonyabb tervezést és kivitelezést.

Az építőiparban jelenleg tapasztalható "integráció hiánya" számos problémát okoz, többek között a túlzott költségeket, az időigényes folyamatokat és a gyakori hibákat. Az integrációs szintek növelése érdekében szükség van olyan technológiai megoldásokra, amelyek lehetővé teszik az adatok és a tudás közös felhasználását. Az IT-szektor ebben kulcsszerepet játszik, mivel az elektronikus kommunikációs csatornák és az adatmegosztás fejlesztése elengedhetetlen az iparág fejlődéséhez.

A jelenlegi kihívások ellenére is egyértelmű, hogy az építőiparnak szüksége van egy átfogó elektronikus projektinformációs rendszerre, amely képes támogatni a hagyományos papír alapú dokumentáció előállítását is, miközben a digitális adatok kezelésére is alkalmas. A megfelelő információs logisztika – amely biztosítja az adatok időben történő és megfelelő formátumú elérhetőségét – kulcsfontosságú az építőipar hatékonyságának és versenyképességének növelésében.

Ezen felül, az épületgépész tervezők számára kiemelten fontos, hogy az épület komfortos, gazdaságos és a fenntarthatósági előírásoknak megfelelő legyen. A projekt kezdeti szakaszában rendelkezésre álló információk hiánya és a különböző szakemberek

közötti interakciók időigényessége további kihívásokat jelentenek, amelyekre a tervezési és kivitelezési folyamat során egyaránt figyelmet kell fordítani.

Az építőipar előtt álló kihívások kezeléséhez elengedhetetlen az információs technológiai fejlesztések és az integrált projektmenedzsment megközelítések alkalmazása. Csak így lehet biztosítani, hogy az építőipar képes legyen megfelelni a folyamatosan változó globális igényeknek és fenntartható módon fejlődhessen. Az innováció és az együttműködés előtérbe helyezése kulcsfontosságú a jövőbeli sikerek érdekében.

Így hosszan kifejtve a problémákat, szeretném meggyőzni azokat az épületgépészeket, akik még mindig a hagyományos tervezési módszereket részesítik előnyben, hogy miért érdemes áttérniük a BIM-es tervezésre. Ezt első sorban szakmai tapasztalataimra és tanulmányaim során elsajátított tudásomra alapozva, konkrét példákon keresztül kívánom bemutatni.

1. Vízellátó hálózat tervezés bemutatása

1.1. Tervezés felépítése, alapfogalmak

Az urbanizáció folyamatos előre haladásával és az emberek életszínvonalának javulásával az építészeti tervezés színvonalát is emelni kell, hogy kielégítse a növekvő igényeket az építési minőséggel kapcsolatban. Ez különösen fontos a vízellátási és vízelvezetési tervezési projektek esetében, ahol a tervezésnek nemcsak biztonságosnak és funkcionálnak, hanem esztétikailag is megnyerőnek kell lennie. A vízellátási rendszerek tervezésekor különös figyelmet kell fordítani a tervezési megoldások hosszú távú fenntarthatóságára, hiszen ezek az infrastruktúrák évtizedekig szolgálják az embereket. Ezért a modern segédeszközök bevonása a vízellátási és vízelvezetési rendszerek tervezési folyamatába alapvető jelentőséggel bír. Ezek az eszközök támogatják a mérnököket abban, hogy kreatív és innovatív megoldásokat alkalmazhassanak, miközben eleget tesznek a folyamatosan változó környezeti, társadalmi és gazdasági előírásoknak.

(2)

A vízellátás területén dolgozó épületgépész tervezők munkája kritikus és rendkívül összetett, hiszen a vízellátó rendszerek megtervezése alapvető szerepet játszik az épületek megfelelő működésében és a lakók kényelmében. A vízellátás nem csak a komfortérzetet növeli, hanem elengedhetetlen a higiénia, a tűzbiztonság és az energiahatékonyság szempontjából is. Ezek a rendszerek biztosítják az ivóvíz hozzáférését, segítenek a szennyvíz kezelésében és hűtőrendszerek működésében, így közvetve hozzájárulnak az épület energetikai hatékonyságához.

A tervezés során az épületgépész szakemberek számos tényezőt vesznek figyelembe, mint például:

- **Az épület típusa:** Különböző épületek—lakóépületek, irodák, kórházak vagy ipari létesítmények—eltérő vízigényekkel rendelkeznek.
- **A várható vízigény:** A vízfogyasztás becslése, amely figyelembe veszi az épületben tartózkodó emberek számát és a vízhasználati szokásaikat.
- **Biztonsági követelmények:** A tűzoltó rendszerek vízellátásának biztosítása, valamint a vízellátó rendszer redundanciájának és megbízhatóságának tervezése.

- **Fenntarthatósági szempontok:** Az esővízgyűjtő rendszerek, újrahasznosított víz felhasználása és energiatakarékos technológiák integrálása.

A vízellátó rendszerek tervezése tehát nem csupán technikai kihívásokkal jár, hanem széleskörű ismereteket igényel az épületgépészeti normákról, helyi szabályozásokról és a legújabb technológiákról. Az épületgépész tervezők ezen túlmenően együttműködnek más szakértőkkel, mint az építészek és villamosmérnökök, hogy az épület összes infrastruktúrája összhangban működjön, így hozva létre hosszútávon megbízható és hatékony rendszereket, amelyek javítják az épület lakóinak életminőségét.

Hogy tisztában legyünk a szakma komplexitásával, szeretném a főbb általános pontokat bemutatni. (3) (4) (5)

1.1.1. Vízszükséglet meghatározása

Az épület vízigényének pontos meghatározása az első és egyik legfontosabb lépés a vízellátási rendszer tervezésében. Ennek során az alábbi tényezőket kell figyelembe venni:

- **Lakók vagy használók számának becslése:** Az épület funkciójától függően (lakóépületek, irodák, ipari létesítmények stb.) meg kell határozni a várható felhasználók számát, ami alapvetően befolyásolja a vízszükségletet.
- **Vízfelhasználás típusainak és mennyiségének kalkulációja:** Az ivóvíztől kezdve a tisztálkodáson át a mosogatásig és öntözésig számos különböző felhasználási mód figyelembe vétele szükséges. Fontos megjegyezni, hogy a különböző tevékenységek vízhasználata jelentősen eltérhet, ezért a tervezés során részletes felmérés szükséges.
- **Speciális igények figyelembevétele:** Bizonyos épületek, mint például uszodák, nagy konyhával rendelkező éttermek vagy gyárak, különleges vízigényekkel rendelkeznek, amelyeket külön kell kezelni a tervezés során.
- **Esővíz terhelés meghatározása:** Az épület tetőfelületének nagysága alapján számolni kell az esővíz gyűjtésének és elvezetésének képességével. Ez nemcsak a vízgazdálkodás szempontjából fontos, hanem a területi vízkezelési előírásoknak való megfelelés miatt is.

Ezek a szempontok biztosítják, hogy a tervezett vízellátó rendszer képes legyen kielégíteni az épület minden vízfelhasználási igényét, miközben optimális hatékonyságot és fenntarthatóságot (5) nyújt hosszú távon.

1.1.2. Vízellátó rendszer megtervezése

A vízellátó rendszer megtervezése során a tervezők felelősek az alábbiakért:

- **Vízforrás kiválasztása:** A tervezők feladata megállapítani, hogy az épület milyen vízforrást használjon, például helyi vízhálózatot vagy saját kutakat. Ebben a folyamatban kulcsfontosságú a vízforrás elérhetőségének és megbízhatóságának értékelése, valamint annak vizsgálata, hogy a választott forrás képes-e kielégíteni az épület vízigényeit a megfelelő minőségben.
- **Vezetékhálózat tervezése:** Az épületben a szaniterek, szifonok és egyéb vízhasználati pontok helyének meghatározása után a tervezők kiválasztják a megfelelő típusú csőrendszereket, valamint a hozzájuk kompatibilis szerelvényeket. A hálózat tervezésekor figyelembe veszik az épület méretét és funkcióját, hogy biztosítsák a víz megfelelő nyomással, hőmérséklettel és mennyiségben történő eljutását minden rendeltetési helyre.
- **Szerelési mód kiválasztása:** Fontos szempont a vezetékek elhelyezése az esztétikai megfontolások mellett a helyi építési szabályoknak megfelelően. A falon belüli szerelés korlátozásai (például Németországban a statikai és zajtechnikai előírások miatt, értelmében alternatív szerelési módokat, mint a falon kívüli szerelés, elrabilolás vagy falsík előtti szerelés (szerelőakna-fal) is figyelembe kell venni.
- **Vízvezetés módjai:**
 - T-idomos szerelés
 - Osztós szerelés
 - Sorvezetékes szerelés
 - Körvezetékes (átfolyós) szerelés
- **Nyomásvesztések kezelése:** A tervezők figyelembe veszik azokat a tényezőket, amelyek nyomásvesztést okozhatnak a vízvezeték-hálózatban, beleértve a csőhosszakat, átmérőket és a szerelvényeket. Amennyiben

szükséges, szivattyúkat vagy nyomásfokozó rendszereket alkalmaznak annak érdekében, hogy a víz a megfelelő nyomással érkezzon meg a kívánt pontokra.

1.1.3. Csőhálózatok anyagának kiválasztása

A vízellátó rendszerek csöveinek és szerelvényeinek kiválasztása kulcsfontosságú döntés a tervezési folyamat során. A tervezőknek figyelembe kell venniük az alábbi anyagok jellemzőit és azok megfelelőségét a projekt különböző követelményeihez:

- **Korrózióállóság:** A víz minősége, összetétele, a keménysége és a pH-értéke, meghatározza, hogy milyen típusú csőanyagok ideálisak. Gyakori választások közé tartozik a réz, műanyagok (például PE, PVC), valamint a rozsdamentes acél. Mindegyik anyagnak megvannak a maga előnyei és hátrányai, például a réz korrózióálló és hosszú élettartamú, míg a műanyagok könnyű súlyuk és alacsony költségük miatt kedveltek.
- **Hőmérsékleti túrés:** Különösen fontos a forró víz szállítására használt csövek esetében. Az anyagoknak képeseknek kell lenniük elviselni a magas hőmérsékleteket anélkül, hogy deformálódnának vagy károsodnának. Például, bizonyos műanyag csőtípusok, mint a CPVC, kifejezetten alkalmasak forró víz (95°C) vezetésére. (6)
- **Környezetvédelmi szempontok:** A tervezőknek prioritást kell adniuk azoknak az anyagoknak, amelyek nem csak megfelelnek a technikai követelményeknek, de környezetbarátok is. Fontos, hogy olyan anyagokat válasszanak, amelyek minimális környezeti terheléssel állíthatók elő, és amelyek a használat végeztével könnyen újrahasznosíthatók vagy biológiailag lebomlók.

1.1.4. Ivóvíz minőségének biztosítása

A tervezők feladata, hogy az épületen belüli ivóvíz minősége megfeleljen a helyi egészségügyi előírásoknak és a lakók elvárásainak. Ennek érdekében az alábbi módszereket alkalmazzák:

- **Szűrőberendezések és tisztítórendszerek telepítése:** A vízszűrők és tisztítóberendezések, mint például aktívszén-filtrek, fordított ozmózis rendszerek

és más speciális szűrők segítenek eltávolítani a vízből a szennyeződések, nehézfémeket és egyéb káros anyagokat. Ezek a rendszerek különösen fontosak olyan régiókban, ahol a vezetékes víz minősége nem éri el a szükséges szintet, vagy ahol gyakoriak a vízszennyezési problémák.

- **Fertőtlenítés és vízkezelés:** A vízfertőtlenítési eljárások, mint a klórozás vagy az UV-fertőtlenítés, elengedhetetlenek a kórokozók és baktériumok elleni védekezésben. Klórozás a leggyakrabban használt módszer a vízfertőtlenítésre, mivel hatékonyan pusztítja el a baktériumokat és vírusokat. Az UV-fertőtlenítés egy környezetbarát alternatíva, amely fizikai úton semlegesíti a mikroorganizmusokat, anélkül, hogy kémiai anyagokat adna a vízhez.
- **Rendszeres vízminőség-ellenőrzés:** Fontos, hogy a telepített víztisztító és fertőtlenítő rendszerek megfelelően működjenek, és rendszeres karbantartáson, valamint minőségellenőrzésen esnek át. Ez magában foglalhatja a vízminták laboratóriumi elemzését, amely segít azonosítani a lehetséges szennyeződések és biztosítani a víz minőségének folyamatos megfelelőségét.

Ezen intézkedések megvalósítása biztosítja, hogy az épületben fogyasztott ivóvíz tiszta, biztonságos és egészséges maradjon minden felhasználó számára. A tervezők felelőssége, hogy az ivóvíz-rendszer kialakítása során minden szükséges előírást figyelembe vegyenek, és a legjobb elérhető technológiákat alkalmazzák.

1.1.5. Tűzivíz-hálózat tervezése

A tűzivíz-hálózat kialakítása létfontosságú az épület biztonsági infrastruktúrájában, mivel biztosítja, hogy tűz esetén elegendő víz álljon rendelkezésre a tüzek hatékony eloltásához. A tervezés során a következő elemeket kell figyelembe venni:

- **Tűzcsapok és locsolók elhelyezése:** A tűzcsapokat és a tűzoltó rendszereket, mint a sprinklereket, stratégiai helyeken kell elhelyezni az épületben. Fontos, hogy ezek könnyen elérhetők legyenek, és megfelelő fedettséget biztosítsanak az egész épület területén. A tűzcsapok elhelyezésekor figyelembe kell venni az épület kialakítását, a lehetséges tűzforrásokat és a tűzoltók hozzáférési útvonalait.

- **Tartályok és szivattyúk beépítése:** Nagy víztartályok és nyomásfokozó szivattyúk telepítése szükséges ahhoz, hogy biztosítva legyen a folyamatos és megfelelő nyomású vízellátás vészhelyzetekben. Ezek a rendszerek segítenek abban, hogy a tűzoltók gyorsan és hatékonyan képesek legyenek reagálni a tűzre, különösen nagyobb létesítmények vagy magas épületek esetében, ahol a víznyomás csökkenése problémát jelenthet.
- **Tűzvédelmi szabályozások betartása:** A tűzivíz-rendszer tervezésekor be kell tartani a helyi tűzvédelmi előírásokat és szabványokat. Ez magában foglalja a rendszer komponenseinek, mint a csővezetékek, szerelvények és szivattyúk tervezését, amelyeknek meg kell felelniük a tűzállósági és megbízhatósági követelményeknek.
- **Rendszeres karbantartás és tesztelés:** A tűzivíz-hálózat rendszeres karbantartása és tesztelése elengedhetetlen a megbízható működés biztosítása érdekében. Ez magában foglalja a csővezetékek, szivattyúk és más komponensek állapotának ellenőrzését, valamint a rendszer teljesítményének tesztelését, hogy garantált legyen a megfelelő működés vészhelyzet esetén.

1.1.6. Szürkevíz-hasznosítás és víztakarékosság

A fenntarthatóság növekvő fontossága az épületgépészeti tervezésben arra ösztönzi a tervezőket, hogy integráljanak szürkevíz-hasznosító rendszereket, amelyek lehetővé teszik a már használt, de viszonylag tiszta víz újrafelhasználását. Ilyen lehet például a mosdókban és zuhanyzóknál használt víz, amit öntözéshez vagy WC-öblítéshez használhatnak fel újra. Az ilyen rendszerek nemcsak a vízfogyasztást csökkentik, hanem jelentősen hozzájárulnak az épületek üzemeltetési költségeinek mérsékléséhez is.

- **Szürkevíz-rendszerek tervezése:** A szürkevíz rendszerek kialakításánál figyelembe kell venni a vízgyűjtés, szűrés és tárolás módját. A rendszer tervezése során gondoskodni kell a szennyeződések eltávolításáról és a víz tisztításáról, hogy biztonságosan felhasználható legyen nem ivóvízként. Ideális esetben ezek a rendszerek modulárisak, így könnyen bővíthetők vagy módosíthatók az épület igényeinek megfelelően.

- **Víztakarékos berendezések:** A tervezők javasolhatnak különböző víztakarékos szerelvényeket, mint például alacsony áteresztőképességű csaptelepek, perlátorok, és kettős öblítésű WC-k, amelyek jelentősen csökkentik a vízfogyasztást. Ezek a berendezések modern technológiákat alkalmaznak a vízhasználat hatékonyságának növelésére anélkül, hogy csökkenne a felhasználói kényelem.
- **Oktatás és felhasználói tudatosság növelése:** A víztakarékossági intézkedések hatékonysága jelentősen növelhető a felhasználók megfelelő oktatásával. A tervezés során érdemes tájékoztató anyagokat és útmutatókat biztosítani az épület lakóinak és használóinak arról, hogyan használhatják a legjobban a víztakarékos technológiákat és a szürkevíz-rendszereket.

1.1.7. Rendszerbiztonság és megbízhatóság

A vízellátási rendszer tervezése során kiemelt figyelmet kell fordítani a megbízhatóságra és biztonságra, hogy elkerüljük a rendszer meghibásodásából vagy a szennyeződésekkel adódó egészségügyi és műszaki problémákat. A következő intézkedésekkel javítható a rendszer biztonsága és megbízhatósága:

- **Visszafolyás elleni védelem:** A szennyezett víz visszaáramlásának megakadályozása érdekében visszafolyásgátlók telepítése szükséges. Ezek a berendezések kritikus pontokon, például csatlakozási helyeken kerülnek beépítésre, hogy megakadályozzák a potenciálisan szennyezett víz visszajutását az ivóvízhálózatba. Ez különösen fontos az olyan alkalmazásoknál, ahol a víz felhasználása közvetlen kapcsolatban áll emberi fogyasztással.
- **Nyomáscsökkentők és biztonsági szelepek beépítése:** Ezek a komponensek stabilizálják a rendszer nyomását, megelőzve ezzel a vezetékek túlnyomás okozta károsodását. A nyomáscsökkentő szelepek automatikusan csökkentik a víz nyomását, ha az meghaladja a rendszer által biztonságosan kezelhető szintet, míg a biztonsági szelepek vészhelyzetben képesek gyorsan leereszteni a felesleges nyomást.
- **Rendszeres karbantartás és ellenőrzés:** A rendszer megbízhatóságának fenntartása érdekében rendszeres karbantartásra és ellenőrzésekre van szükség.

Ez magában foglalhatja a csővezetékek, szerelvények és biztonsági berendezések vizsgálatát, valamint a potenciális gyenge pontok azonosítását és javítását.

- **Szabványok és előírások betartása:** A tervezés és kivitelezés során követni kell a nemzeti és nemzetközi vízellátási szabványokat és biztonsági előírásokat. Ez biztosítja, hogy a rendszer megfeleljen a legmagasabb biztonsági követelményeknek és hosszú távon is megbízható maradjon.

1.1.8. Szennyvízelvezetés és csatornarendszer

A szennyvízelvezetés nem csupán a használt víz távozását jelenti, hanem annak környezetbarát és hatékony kezelését is. A tervezés során a következő szempontokat kell figyelembe venni:

- **Szeparációs rendszerek kialakítása:** Fontos, hogy a különböző típusú szennyvizeket – mint az esővíz, háztartási szennyvíz és ipari vagy zsíros szennyvíz – külön kezeljük. Ez különösen fontos olyan területeken, ahol a környezeti szabályozások szigorúak, vagy ahol a szennyvíz közvetlen környezeti hatása jelentős. A szeparált rendszerek lehetővé teszik a célzott tisztítási és kezelési technikák alkalmazását, optimalizálva ezzel a víz újrafelhasználás lehetőségeit.
- **Szennyvízelvezetési rendszer kiválasztása:** A tervezőnek figyelembe kell vennie a helyi terepviszonyokat és a közműhálózat adottságait. A választható rendszerek között szerepel a:
 - **Gravitációs rendszer:** A leggyakoribb és legegyszerűbb típus, ahol a gravitáció segítségével vezetik el a szennyvizet.
 - **Nyomott rendszer:** Szivattyúkkal működő rendszer, amely akkor használatos, ha a gravitáció nem elegendő a víz elvezetéséhez.
 - **Vákuumos rendszer:** Speciális, alacsony nyomású rendszer, amely a vákuum segítségével szállítja a szennyvizet.
 - **Vegyes elvezetési rendszer:** Ez egyesíti a fenti rendszereket a helyi adottságok és igények függvényében.

- **Szellőző vezeték:** A gravitációs szennyvízhálózat esetében fontos a megfelelő szellőzés biztosítása a dugulások és nyomáslökések elkerülése érdekében. A szellőzővezeték és szelepek gondos elhelyezése biztosítja a rendszer megfelelő működését és minimalizálja a rossz szagok kialakulását.
- **Visszatorlódás megakadályozása:** A szennyvízelvezetési rendszerek tervezésekor és kivitelezésekor kulcsfontosságú a visszatorlódás megelőzése, ami komoly károkat okozhat az ingatlanokban. A visszatorlódás elkerülése érdekében fontos, hogy megfelelő méretű és megfelelően telepített visszaáramlás-gátló szelepek kerüljenek beépítésre, amelyek megakadályozzák a szennyvíz visszaáramlását az épületekbe. Ezenfelül rendszeres karbantartásra és ellenőrzésre van szükség, hogy a csatornarendszer optimális működése hosszú távon is biztosított legyen.

1.1.9. Karbantartási követelmény

A vízellátási rendszer tervezése során alapvető fontosságú, hogy már a kezdetektől figyelembe vegyük a rendszer hosszú távú karbantartási szükségleteit. Ennek érdekében a következő tervezési elveket kell alkalmazni:

- **Egyszerűen karbantartható komponensek választása:** Olyan berendezések és anyagok kiválasztása, amelyek ismertek megbízhatóságukról és könnyű karbantartásukról. Ez magában foglalja az olyan csőrendszereket és szerelvényeket, amelyek ellenállnak a korrodálódásnak, kevésbé hajlamosak a lerakódásokra és egyszerűen tisztíthatók.
- **Megfelelő hozzáférés biztosítása:** A tervezés során gondoskodni kell arról, hogy minden karbantartási pont könnyen hozzáférhető legyen. Ez magában foglalja a szerelőnyílások, ellenőrző pontok és egyéb karbantartási területek megfelelő elhelyezését, hogy a karbantartási munkák gyorsan és hatékonyan elvégezhetők legyenek.
- **Hosszú élettartamú anyagok használata:** Az anyagválasztás során prioritást kell adni azoknak a megoldásoknak, amelyek bizonyítottan hosszú élettartamúak. Ez nemcsak a rendszer megbízhatóságát növeli, hanem hosszú távon csökkenti a karbantartási költségeket is.

- **Moduláris rendszertervezés:** A moduláris tervezés lehetővé teszi a rendszerelemek könnyű cseréjét és frissítését anélkül, hogy az egész rendszert át kellene alakítani. Ez jelentősen leegyszerűsíti a karbantartást és lehetővé teszi a rendszer gyors adaptálását a technológiai fejlődéshez vagy a használati szokások változásához.
- **Rendszeres karbantartási terv elkészítése:** Már a tervezés során meg kell határozni a rendszeres karbantartási és ellenőrzési tevékenységeket, beleértve a szükséges időközöket és a karbantartási protokollokat. Ez segít biztosítani, hogy a rendszer minden eleme optimális állapotban maradjon, minimalizálva a hirtelen meghibásodások kockázatát.

1.1.10. Szabályoknak és előírásoknak való megfelelés

A vízellátási rendszerek tervezésénél elengedhetetlen, hogy a tervezők ismerjék és alkalmazzák a helyi, nemzeti és nemzetközi szabványokat és előírásokat. Ezek a szabályok biztosítják a vízellátási rendszerek biztonságát, hatékonyságát, valamint környezeti és energiahatékonysági megfelelőségét. Az alábbiakban összefoglaljuk a Magyarországon alkalmazott legfontosabb jogszabályokat, szabványokat, és a BIM-rendeleteket, amelyek a tervezők számára kulcsfontosságúak:

Magyar törvények és rendeletek:

- **1997. évi LXXVIII. törvény** az épített környezet alakításáról és védelméről.
- **253/1997 (XII.20.) Kormányrendelet** az országos településrendezési és építési követelményekről (OTÉK).
- **201/2001. (X. 25.) Kormányrendelet** az ivóvíz minőségi követelményeiről és ellenőrzéséről.
- **191/2009. (IX.15.) Kormányrendelet** az építőipari kivitelezés szabályairól.
- **305/2011/EU rendelet** az építési termékek forgalmazására vonatkozó harmonizált feltételekről.
- **49/2015. (XI. 6.) EMMI rendelet** a Legionella baktérium által okozott fertőzések kockázatainak kezeléséről.

Fontos vízellátással kapcsolatos szabványok:

- **MSZ 04-132:1992** – Épületek vízellátása.
- **MSZ EN 806 - 1-5:2001** - Emberi fogyasztásra szánt vízre vonatkozó követelmények.
- **DIN 1988** - Német szabványsorozat a vízellátó rendszerek technikai előírásait tartalmazza.
- **MSZ EN 12056** - szabványsorozat az épületek csatorna-berendezéseinek méretezésére és kialakítására.
- **MSZ EN 1717:2001** – Visszaáramlás elleni védelem az ivóvízszennyezés megakadályozására.
- **MSZ EN ISO 21003** – Többrétegű csővezeték rendszerek követelményei meleg és hideg vizes berendezésekhez.

Vegyi anyagokra és vízminőségre vonatkozó szabványok

- **MSZ EN ISO 19458:2007** – Vízminőség, mintavétel mikrobiológiai vizsgálatokhoz
- **MSZ EN ISO 5667-3:2018** – Vízminőség, vízminták tartósítása és kezelése

Statikai előírások

- **DIN 1053** egy német szabvány, amely a falazott szerkezetek építési előírásait szabályozza.

Akusztikai előírások

- **DIN 4109** szabvány sorozat részletezi a tégl- és kőfalak tervezésének és kivitelezésének technikai előírásait Németországban.

További dokumentumok és ajánlások

- **Módszertani levél** a Legionella baktérium által jelentett kockázat kezelésére (Nemzeti Népegészségügyi Központ, 2021)

- **Magyar Mérnöki Kamara Épületgépészeti Tagozat** – Tervezési eszközök a biztonságos ivóvízellátás megteremtéséhez (10/2017-ÉGT)

BIM rendelet és szabványok:

Ma már megkerülhetetlen, hogy tervezésünk nem BIM keretek között valósuljon meg. Ezek előírásokat, szabványok

- **31/2024. (VIII. 22.) ÉKM rendelet** - az építményinformációs modell (BIM) alapú tervezés és műszaki megvalósítás feltételrendszeréről.
- **ISO EN 19650** sorozat, amely az információkezelés irányelveit, a fogalmakat, a kivitelezési és üzemeltetési szakaszokat, az információcseréket és a megrendelők által irányított feladatokat foglalja magában.

A tervezési folyamat során ezeknek a szabványoknak és előírásoknak a betartása biztosítja, hogy a vízellátási rendszer megfeleljen a legmagasabb műszaki és környezetvédelmi követelményeknek, növelve ezzel az épület biztonságát és fenntarthatóságát. A tervezőknek naprakészeknek kell lenniük a szabványok és előírások területén, mivel ezek időről időre változhatnak.

1.1.11. Műszaki dokumentáció készítése

Előzetes tervek:

- **Helyszínrajz:** Az épület és a terület áttekintése, ahol a vízellátási rendszer kiépítésre kerül.
- **Vízjogi engedélyekhez szükséges tervek:** A vízjogi engedélyek megszerzéséhez szükséges dokumentációk, amelyek részletezik a vízhasználat módját és mértékét.
- **Közműegyeztetések:** A meglévő közműhálózatokkal való összehangolásra vonatkozó tervek.

Engedélyezési tervdokumentáció:

- **Műszaki leírás:** A vízellátási rendszer műszaki paramétereinek leírása.

- **Hidraulikai számítások:** A rendszer hidraulikai működésének matematikai modellezése.
- **Műszaki tervek:** Alaprajzok, függőleges csőtervek, amelyek részletezik a csővezetékek elhelyezését.
- **Környezetvédelmi hatástanulmány:** Az építési tevékenység környezeti hatásainak értékelése.

Kivitelezési tervek:

- **Részletes kiviteli terv:** Az építési folyamat minden szakaszát leíró dokumentumok, amelyek magukban foglalják a helyszínrajzot, alaprajzokat, függőleges csőtervet, hossz-szelvényt, kapcsolási vázlatot, méretezési sémákat és részletrajzokat.
- **Műszaki ütemterv:** A kivitelezés részletes ütemezése, beleértve a határidőket és az erőforrások hozzárendelését.
- **Költségvetés:** A projekt anyag-, munkaerő- és egyéb költségeinek részletes felosztása és becslése.

Üzemeltetési és karbantartási terv:

- **Kezelési utasítások:** A rendszer napi üzemeltetéséhez szükséges utasítások, beleértve a szivattyúk, szelepek és egyéb berendezések kezelését.
- **Karbantartási terv:** A rendszeres ellenőrzések és karbantartási tevékenységek részletezése és ütemezése.
- **Biztonsági rendszer előírások:** A vízellátó rendszer biztonságos üzemeltetésére és karbantartására vonatkozó előírások és javasolt intézkedések.

Engedélyezési eljáráshoz szükséges dokumentumok:

- **Engedélykérelmek:** A szükséges hatósági engedélyek megszerzéséhez szükséges dokumentáció.
- **Hatósági egyeztetések dokumentációi:** A hatóságokkal folytatott egyeztetések és az engedélyezési folyamat során keletkezett dokumentumok.

A megfelelő műszaki dokumentáció elkészítése elengedhetetlen az épületgépész tervezők számára, hogy biztosítsák az előírt vízminőséget, a működéshez szükséges nyomást és mennyiséget, valamint hogy eleget tegyenek a fenntarthatósági, biztonsági, gazdasági és esztétikai szempontoknak. Az általuk tervezett rendszereknek nemcsak megbízhatónak és tartósnak kell lenniük, hanem rugalmasnak is, hogy alkalmazkodni tudjanak a változó igényekhez és a modern technológiai fejlesztésekhez.

1.1.12. Összegzés:

A vízellátás tervezése az építőiparban egy összetett folyamat, amely átfogó szaktudást és részletes előkészítést igényel. A tervezők által kialakított rendszereknek nemcsak megbízhatónak és tartósnak, hanem rugalmasnak is kell lenniük, hogy képesek legyenek alkalmazkodni a változó igényekhez és a technológiai fejlődéshez.

Ezért feladatunk, hogy olyan digitális tervezést támogató programokat keressünk, amelyek lehetővé teszik, hogy ezeket az igényeket könnyedén kezeljük a tervezés során. Ezekkel a programokkal alaposan meg kell ismerkednünk és elsajátítanunk a használatukat. Továbbá szükséges, hogy a tervező cégek számára specifikus alapfájlokat hozzunk létre, amelyek elősegítik és felgyorsítják szakmai munkánkat. Emellett ki kell dolgoznunk olyan módszereket és módszertanokat, amelyek hatékonyabbá teszik munkánkat, mind saját szakmai tervezésünkben, mind a többi szakterülettel való együttműködésben. Ezenfelül olyan további szolgáltatásokat kell nyújtanunk, amelyek nemcsak megkönnyítik a projekt átfogó áttekintését és különböző szempontok vizsgálatát, hanem lehetővé teszik a megrendelő számára, hogy a tervezési fázisban megismerje az épület tervezett jellemzőit. Biztosítanunk kell a lehetőséget, hogy a tervezési fázisban különböző műszaki, kényelmi, esztétikai és gazdasági variációkat vizsgáljunk meg, amelyek megfelelnek a megrendelő és beruházó igényeinek. Mindezzel nem csak megrendelői elégedettséget érünk el, hanem értékes visszajelzést kapunk munkánk helyességéről, ami lehetővé teszi, hogy felesleges modellezési és tervezési időt spóroljunk meg. Ezáltal több erőforrást fordíthatunk más projektekre, ami jelentős piaci előnyt jelent számunkra, és minden cég számára ez a legfontosabb motivációs cél.

2. Külföldi és hazai vélemények a témában

Hazai véleményeket nem találtam, ami konkrétan a vízellátás témakörén keresztül mutatja a változás fontosságát, de mint az épületgépészet szakmánk komplexitásával, már igen, a külföldi források pedig már foglalkoznak külön is a vízellátás témakörén keresztül is a BIM átállásának létfontosságával. A következőkben ezeknek a véleményeket szeretném bemutatni röviden.

2.1.1. Hazai vélemények

A BIM technológia alkalmazása az épületgépészet területén számos kihívást és lehetőséget rejt magában. Magyarországon a Magyar Mérnöki Kamara Épületgépészeti Tagozatának BIM-szakosztálya kiemelt szerepet játszik a BIM-tervezés elterjedésében. Míg az építészetben és a szerkezettervezésben a BIM használata már bevett gyakorlat, az épületgépészetben jelentős elmaradás tapasztalható. Ez elsősorban az épületgépészet komplex, részletes előkészítési igényeire vezethető vissza, amelyek megnehezítik a BIM-alapú tervezési folyamatot. (7)

Az épületgépészeti BIM-tervezés alapvetően kétféle módon valósulhat meg: vagy BIM-menedzserek és specialisták bevonásával, akik a modellépítést, változatkövetést és ütköztetésvizsgálatokat végzik, vagy a tervezőirodák saját munkatársai által, amely azonban Magyarországon kevésbé gyakori a tervezőirodák rendelkezésre álló erőforrásainak korlátozottsága miatt. A tervezési folyamat sikerességének alapja az átfogó és részletes koncepcióterv, amely lehetővé teszi a különböző szakágak közötti hatékony adatcserét. Az épületgépészet BIM-folyamata az energetikai, szerelési és geometriai szempontok összehangolásán, valamint a térbeli elhelyezés optimalizálásán alapul.

A BIM-alapú tervezés különösen nagy hangsúlyt helyez az épület energiahatékonyságának biztosítására, ami fosszilis és megújuló energiaforrások elemzését, illetve működési sémák meghatározását igényli. A térbeli tervezés során a szerelési aknák, csomópontok és légcsatornarendszerek helyét és térigényét kell meghatározni, míg a moduláris rendszerkialakítás révén egységes, szabványosított megoldások alkalmazhatók, amelyek például decentralizált gépházak révén csökkenthetik a vízszintes rendszerek helyigényét. Ezen túlmenően az ütköztetésvizsgálatok

a szakágak közötti konfliktusok elkerülését célozzák, így biztosítva a kivitelezés zavartalanságát.

A hatékony BIM-tervezéshez elengedhetetlenek a részletes elemtárak és tipizált rendszerek, amelyek gyorsítják a munkafolyamatokat, és megkönnyítik a szakágak közötti együttműködést. Az elemtárakban minden releváns adatnak és modulnak elérhetőnek kell lennie, azonban a jelenlegi sablonosság és a korlátozott elemkészlet jelentős akadályt jelent a hatékony tervezés számára. Az egységes és átfogó elemtárak kialakítása kulcsfontosságú ahhoz, hogy a BIM-alapú épületgépészeti tervezés teljes potenciálját ki lehessen aknázni. Az előkészítés során figyelembe veendő szempontok

A BIM-technológia alkalmazása az épületgépészet területén számos szempont összehangolását és komplex folyamatok integrációját igényli. A hőérzeti és higiéniai feltételek biztosítása, az energiahatékonyság maximalizálása és a szerelési zónák geometriai rendezettsége egyaránt kulcsfontosságúak a sikeres tervezéshez. A légtechnikai és gépészeti rendszerek tervezése során kiemelt figyelmet kell fordítani a komfortfokozatok és az egészségügyi előírások teljesítésére, míg az alacsony hőmérsékletű fűtési rendszerek és megújuló energiaforrások alkalmazása elősegíti a fenntartható működést. A szerelési aknák és zónák optimalizálása nemcsak helytakarékos megoldásokat eredményez, hanem egyszerűsíti az üzemeltetést is.

Az épületgépészeti BIM-tervezés folyamata a részletes előkészítéssel kezdődik, amely során a koncepciótervek meghatározzák a szakági igényeket és funkcionális követelményeket. A modell térben végzett munkák során az energetikai, geometriai és szerelési szempontokat integráltan kezelik, miközben a különböző szakágak közötti koordinációra is nagy hangsúlyt helyeznek. Az ütközésvizsgálatok lehetővé teszik a tervezési hibák korai felismerését, és biztosítják a különböző rendszerek zökkenőmentes integrációját.

A részletes elemtárak és modellkönyvtárak kulcsszerepet játszanak a BIM-alapú tervezés hatékonyságában. Ezek a könyvtárak biztosítják, hogy minden szükséges adat elérhető legyen a tervezési folyamat során, legyen szó csővezetésekről, légcsatornákról vagy kábelcsatornákról. A moduláris rendszerkialakítás egységesített megoldásokat kínál, csökkentve az üzemeltetési és karbantartási nehézségeket, míg a decentralizált rendszerek alkalmazása, például osztott légtechnikai rendszerek révén, további helytakarékoságot és hatékonyságot eredményez.

A BIM alkalmazása számos előnyt kínál, mint például a hatékonyabb tervezés, költség- és időmegtakarítás, valamint az átlátható szakági együttműködés. Ugyanakkor a rendszer bevezetése több kihívással is jár, különösen a szabványosítás, az adatkezelés és az elemtárak fejlesztése terén. Az egységes ábrázolási technikák és adatközlési módszerek bevezetése, valamint a folyamatosan bővülő, részletes elemtárak kialakítása elengedhetetlen a hatékony munkavégzéshez.

A jövőben a BIM sikeres alkalmazása érdekében központi elemtárak fejlesztése, komplex szimulációs elemzések végzése, valamint képzési programok bevezetése szükséges. Ezek az intézkedések nemcsak a tervezési folyamatok hatékonyságát növelik, hanem hozzájárulnak a fenntarthatóság előmozdításához is. Összességében a BIM-technológia alkalmazása az épületgépészet területén, hosszútávon jelentős előnyökkel járhat, feltéve, hogy a szakma képes leküzdeni a jelenlegi akadályokat, és kihasználni a rendszerben rejlő lehetőségeket.

2.1.2. Külföldi vélemények

Az építési szektor folyamatos fejlődése és az urbanizáció előrehaladása jelentős hatással van az épületek vízellátási és vízelvezetési rendszereinek tervezésére. Az ilyen rendszerek kialakítása egyre összetettebbé válik, amelynek kezeléséhez elengedhetetlenek a modern technológiák. A Building Information Modeling (BIM) technológia kiemelkedő lehetőséget biztosít a tervezési folyamat fejlesztésére, mivel javítja a szakágak közötti együttműködést, növeli a tervezés pontosságát, és átláthatóbbá teszi az adatkezelést. (1) (8) A BIM legfontosabb előnyei közé tartozik a háromdimenziós modellezés, amely a hagyományos kétdimenziós (2D) tervezéssel szemben részletesebb és vizuálisan jobban értelmezhető képet ad a rendszerek működéséről. Ez lehetővé teszi a tervezési folyamat átláthatóságának növelését, miközben csökkenti a hibák és a szakágak közötti ütközések kockázatát. A parametrikus tervezési lehetőségek révén a BIM-ben alkalmazott szoftverek, például a Revit, dinamikus módon kezelik az elemek paramétereit. Ez azt jelenti, hogy a tervezési folyamat során bármilyen változtatás automatikusan frissül a modellben, így az adatok mindig naprakészek maradnak. Ez a rugalmasság különösen fontos a vízellátási és vízelvezetési rendszerek esetében, ahol a csővezetékek és szerelvények pontos elhelyezése, valamint a különböző rendszerek közötti kapcsolatok összehangolása elengedhetetlen.

A BIM technológia emellett elősegíti a különböző szakágak közötti zökkenőmentes együttműködést. Az építészek, vízellátási mérnökök és egyéb szakemberek valós időben követhetik a tervezési folyamat előrehaladását és a modellben végrehajtott módosításokat. Ez nemcsak a kommunikációt javítja, hanem minimalizálja az esetleges félreértéseket, amelyek hagyományos tervezési módszerekkel gyakran előfordulnak. A BIM ezenkívül támogatja a rendszerek szimulált telepítését, amely lehetővé teszi a tervezett megoldások előzetes tesztelését. A szimulációk révén a mérnökök még a kivitelezés megkezdése előtt azonosíthatják a lehetséges problémákat, és optimalizálhatják a rendszerek működését. Ez nemcsak a kivitelezés költségeit csökkenti, hanem hozzájárul a projekt általános hatékonyságának növeléséhez is.

Azonban a BIM technológia alkalmazása kihívásokkal is jár. Az egyik legnagyobb nehézség a nagy mennyiségű adat hatékony kezelése. A vízellátási és vízelvezetési rendszerek tervezése során hatalmas mennyiségű információt kell szinkronban tartani, ami komoly adatkezelési feladatokat jelent. Ha ezek az adatok nem megfelelően kerülnek rögzítésre vagy kezelésre, az időigényes módosításokat és tervezési késéseket eredményezhet. Emellett a közös tervezési folyamat összetettsége is kihívást jelenthet, különösen akkor, ha a projektben több szakág vesz részt. Az ilyen helyzetek megoldása alapos előkészítést, jól szervezett kommunikációt és megbízható eszközöket igényel.

A BIM technológia hosszú távú előnyei azonban messze felülmúlják ezeket a kihívásokat. A pontosabb tervezés, a jobb szakági együttműködés és az adatkezelés átláthatósága mind hozzájárulnak a projektek hatékonyabb megvalósításához. A költségek csökkentése, a hibák minimalizálása és a magasabb színvonalú kivitelezés lehetősége egyértelműen indokolják a BIM alkalmazását a vízellátási és vízelvezetési rendszerek tervezésében. Bár a technológia teljes körű elterjedése még időt igényel, egyértelmű, hogy a BIM a jövő építési projektjeinek egyik központi elemévé válik. Az előnyök, amelyeket ez a technológia biztosít, jelentős hatással lesznek a tervezési folyamatok minőségére, hatékonyságára és fenntarthatóságára.

3. 2D tervezés bemutatása

Sokan hibásan értelmezik a "2D-s tervezés" kifejezést, amely gyakran kerül összehasonlításra a BIM-alapú tervezéssel, és sokszor azonosítják a BIM-et a 3D tervezéssel. Ebből adódóan, ha a BIM-et egyenlőnek tekintjük a 3D-vel, az AutoCAD-ben végzett munkát gyakran közvetlenül 2D-s tervezésnek minősítik.

Ez azonban téves megközelítés. A pontosabb kifejezés a "CAD" (Computer-Aided Design, azaz számítógéppel támogatott tervezés), amely nem kizárólagosan 2D-s tervekre korlátozódik, hanem lehetőséget kínál 3D modellezésre is. A CAD rendszerekben a tervvonalak és rétegek különböző vizuális elemeket, mint például falakat, nyílászárókat vagy csöveket ábrázolnak. Ezek a modellek alapvetően geometriai struktúrák, ahol az objektumok nem rendelkeznek olyan speciális tulajdonságokkal, amelyek pontosan meghatároznák őket (például egy vonal lehet falat jelölni, de nem definiálódik "fal"-ként).

Ezekben a rendszerekben a különböző szakágak (építészet, statika, gépészet stb.) külön fájlokat használnak, amelyeket manuálisan kell összehangolni. Ez megnehezíti az egyes szakágak közötti együttműködést, mivel az integráció és a koordináció gyakran a tervezési csapatok manuális munkájára épül.

A CAD vizuális pontosságra törekszik, amely pontos vonalakat és formákat használ, de az egyes elemek között nincs intelligens kapcsolat. A tervinformációk kezelése gyakran külső adatokat és kézi számításokat igényel. Az anyagmennyiségek, költségek, időzítések és egyéb részletek meghatározása manuális munkát kíván.

Elsősorban a tervezési és dokumentációs fázisokra fókuszál, míg az építési fázis és a projekt életciklusa kevésbé integrált a rendszerben. Az épület terveit elkészítik, majd átadják a kivitelezőknek, de további menedzsmentet és adatkapcsolatot nem biztosít.

A legismertebb CAD szoftverek közé tartozik az AutoCAD, a SolidWorks és a DraftSight, amelyek 2D és 3D rajzok készítésére szolgálnak. A méretezés pedig külső szoftverekkel kell elvégezni, és ezek alapján manuálisan kell elvégezni a megjelenítést az adott szoftverben. Jelenleg vannak olyan kiegészítők/Add-onok, amelyek lehetővé teszik a szoftveren belüli méretezést, amelyeket a továbbiakban szeretnék bemutatni.

3.1.1. CAD szoftver kívüli tervezés

Az épületgépészeti tervezés Magyarországon számos módszert alkalmaz a vízhálózat méretezésére, amelyek között a legelterjedtebbek az egyedi Excel táblázatok és a speciális szoftverek használata.

Excel alapú méretezés

A tervezők gyakran, szabványokon alapuló saját Excel táblázatokat állítanak össze, amelyek munkahelyenként eltérőek lehetnek. Ez a módszer rugalmas és testre szabható, ami lehetővé teszi, hogy a tervezők saját igényeikhez igazítsák a számítási folyamatokat.

Speciális szoftverek használata

Egy másik gyakori megoldás a BAUSOFT Pécsvárad Kft. által fejlesztett WaterNet32 program használata, amely bár fizetős, komplexebb és átfogóbb tervezési lehetőségeket nyújt. Ez a szoftver több szakág méretezését is képes integrálni, így átláthatóbbá téve a projekt méretezési számításait. A költséghatékonyság miatt azonban sok cég mégis az egyedi Excel táblázatok felé tendál.

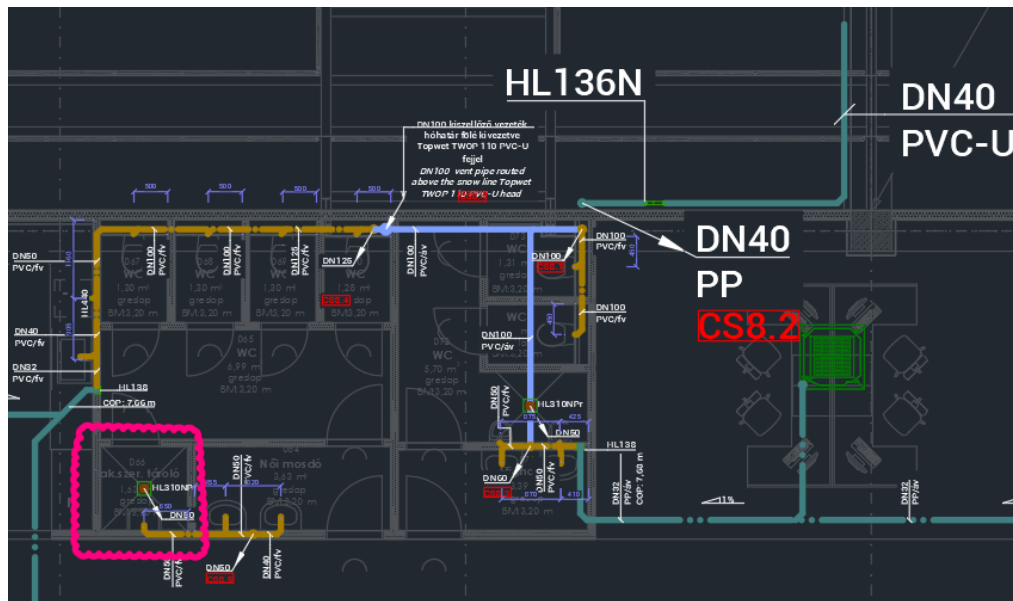
Külső szolgáltatások igénybevétele

Az esővíz és használati víz méretezéséhez gyakran vonnak be külső gyártókat vagy forgalmazókat, mint például a Wavin vagy a Viega. Ezek a szolgáltatások általában ingyenesek, amennyiben az adott termékeket a projektbe is beépítik.

A tervezési munka akkor kezdődik, amikor az építészeti terv már az engedélyezési szakaszhoz közelít, és megkapjuk az alaprajzokat, helyszínrajzokat és metszeteket. Ezek a dokumentumok információt nyújtanak a vizes helyiségek elhelyezkedéséről és a tervezett vízhasználati eszközökről. Az építészeti megoldások, mint az előtét falak vagy álmennyezetek is fontos információforrások.

A tervezési folyamat részeként szükség van a közműcsatlakozások helyszínének ismeretére, amit az E-közmű weboldalán keresztül, ügyfélkapun keresztül lehet ingyenesen lekérdezni. Ezután döntünk az épületben szükséges vízellátási rendszerekről, amelyek széles skálát ölelhetnek fel, a használati melegvíztől a tűzvíz- és technológiai rendszerekig.

Az engedélyezési terv elkészítése után a tervezők elkezdik a CAD alapú tervezést és az Excel alapú méretezést. Ezek a dokumentumok folyamatosan frissülnek a projekt fejlődésével, és az adatokat megosztják a többi szakág képviselőivel. A kapott visszajelzések alapján a terveket folyamatosan finomítják, amíg el nem érik a kiviteli tervdokumentáció szintjét, amit a műszaki ellenőr is jóváhagy.



1. ábra Műszaki ellenőr által véleményezett szennyvíz terv (Szennyvíz, cseppvíz, kiszellőző vezeték látható). (9)

Az épületgépészeti tervek részei közé tartoznak a helyszínrajzok, hossz-szelvények, alaprajzok, függőleges csőtervek, kapcsolási vázlatok, méretezési sémák és részletrajzok. Az AutoCAD program, bár elsősorban 2D-s rajzolóprogram, lehetőséget nyújt a különböző szaniterek és berendezések egyszerű ábrázolására, ami segíti a tervezési folyamat kezdeti szakaszait.

Ezek a módszerek és eszközök biztosítják, hogy az épületgépész tervezők hatékonyan és pontosan képesek legyenek vízellátási rendszereket tervezni, figyelembe véve a projektek egyedi igényeit és a helyi előírásokat.

Azonban bizonyos korlátokkal is rendelkezik, amelyek megnehezítik a használatát összetettebb projektekben. Az egyik legnagyobb hátránya a korlátozott információs integráció, hiszen alapvetően egy 2D-s rajzolóprogramról van szó, amely nem képes széles körben kezelni a tervezési adatokat, például az anyagjellemzőket, költségeket vagy időbeli információkat. Ez megnehezíti a projektek életciklusának követését és a különböző rendszerek közötti koherencia fenntartását.

Egy másik jelentős korlát az automatikus koordináció hiánya. Az AutoCAD-ben a tervezők nem láthatják egyértelműen a más szakágak által megtervezett elemek helyét és méretét, így nagyobb tapasztalatra és rutinra van szükség a szakágak közötti ütközések felismeréséhez. Ez különösen problémás lehet összetett projektek esetében, ahol a szakágak szoros együttműködése elengedhetetlen. A kollaboráció szintén nehezebb, mivel az AutoCAD nem támogatja a valós idejű együttműködést olyan hatékonyan, mint a BIM-alapú szoftverek, például a Revit.

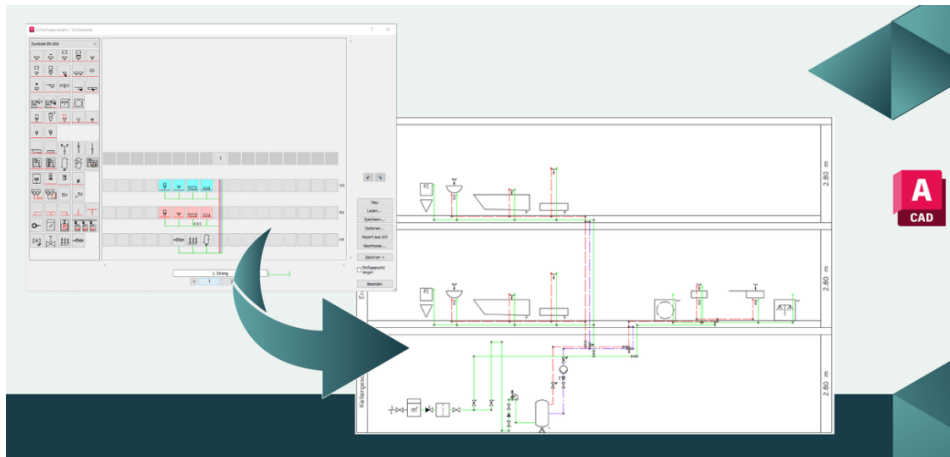
Összességében az AutoCAD továbbra is megbízható és hatékony eszköz az épületgépészeti tervezésben, különösen egyszerűbb projektek és 2D-s rajzok esetében. Azonban a nagyobb integrációt és részletesebb adatkezelést igénylő összetettebb projektek esetében érdemes megfontolni a BIM-alapú szoftverek, például a Revit használatát. Az AutoCAD legnagyobb hátránya, hogy minden tervet külön kell elkészíteni és módosítani, ami időigényessé teheti a tervezési folyamatot, különösen, ha több szakágot kell összehangolni.

3.1.2. CAD szoftver belüli tervezés

A megoldás a szakmában egyáltalán nem elterjedt a tervezők körében, mivel a gyakorlatban a tervező cégek a kiadások minimalizálására törekcszenek anélkül, hogy számításba vennék a munkatöbblet időigényét és azzal járó többletköltséget, amit ez a plusz add-on beszerzése jelentene. Fontos befolyásoló tényező lehet a kiegészítő jövőbeni kihasználtsága is. Egy másik ellenvetés a BIM-es programok térhódítása, amelyek beruházásai miatt értelmetlenné vált az AutoCAD-es kiegészítők használata.

Azonban teljesség igényével, és az összehasonlítás érdekében, szeretném bemutatni ezt a lehetőséget is, mint érdekességet arról, hogy mennyire fejlődnek a szoftveres programok az idő előrehaladtával. Példaként említhető, hogy a Viega is használja ezt a megoldást tervezést támogató eszközként.

A német LINEAR (10) cég által készített AutoCAD-hez való add-on lehetővé teszi többek között az ivóvízhálózat és a szennyvízhálózat méretezését a programon belül.



2. ábra Linear AutoCad kiegészítője, programon belüli méretezéshez (11)

3.1.3. Ütközés vizsgálat

Munkatapasztalataim alapján a 2D-s tervek vizsgálata a már kész tervek összefűzésével történik. Ebben a projekt tervezési fázisában a tervezési jogosultsággal rendelkező mérnökök jelölik meg a potenciális rajzolási vagy tervezési hibákat. A hibák összegzése után konzultációra kerül sor a rajzolóval a szükséges javításokról. A második projekt szakaszban, az engedélyezési terv fázisában, az ütközések javítására vonatkozó visszajelzéseket gyűjtik össze, általában egy Word-dokumentumban. Ezt a dokumentumot a projektvezető átnézi, és a műszaki ellenőrrel való konzultáció után a rajzolókkal egyeztetve kijavíttatja.

Számos probléma merül fel a hibajavítás során:

1. Az ellenőrzők nem mindig azonosítják az összes hibát, részben mert a 2D-ben ábrázolt alaprajzok és egyéb műszaki rajzok miatt nehezen képzelhető el, hogy azok hogyan valósulnak meg gyakorlatban.
2. A kommunikációs nehézségek gyakran felmerülnek, amikor a rajzoló bemutatja az épület gépészeti terveit, és nem biztos, hogy az értékelők teljes mértékben megértik a tervezési szándékokat.
3. Az információátadás hiányosságai is problémát jelentenek, mivel nem minden releváns részlet kerül továbbításra a tervrajzok módosítói vagy folytatói számára.

4. A projektvezetők túlterheltsége gyakran okozza a következő konzultációk kérését.

Ezek a problémák hozzájárulnak a kivitelezési tervek gyakori gyenge minőségéhez és a határidők túllépéséhez. Ennek következményei a kivitelezési időszakban válnak láthatóvá, amikor az építés során felmerülő problémák többletköltségeket okoznak.

3.1.4. Költségvetés készítés

Az építőiparban a költségvetés készítése nem csupán törvényi előírás, hanem a projekt sikeres megvalósításának alapvető eszköze is. Elsődleges szerepe, hogy biztosítsa a várható költségek pontos meghatározását, ami elengedhetetlen a pénzügyi tervezéshez és a projekttel kapcsolatos döntések meghozatalához. Emellett a költségvetés kiegészíti a műszaki terveket, részletes információkat nyújtva a kivitelezéshez szükséges technológiai lépésekről, az anyaghasználatról és a minőségi elvárásokról. Gyakran előfordul, hogy a műszaki tervek nem tartalmazzák az összes, kivitelezés szempontjából lényeges adatot, például a talajelőkészítés vagy a pontos technológiai eljárások részleteit, amelyeket a költségvetés egyértelműen rögzíthet. (12) (12)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
8									
9		Csővezetékek	Pipes						
10	1.001	PP, PE, KPE nyomócső szerelése, földárkban, idomok nélkül, Wavin ivóvíz nyomócső PE100 SDR 11 PN16	Installation of PP, PE, KPE pressure pipe, in a trench, without fittings, Wavin drinking water pressure pipe PE100 SDR 11 PN16 25 mm x 2.3 mm blue stripe 200 m/tekerés [or technically equivalent]	119 m				0 Ft	0 Ft
11	1.001	25 mm x 2.3 mm kék csák 200 m/tekerés [vagy műszakilag ezzel egyenértékű]	Installation of PP, PE, KPE pressure pipe, in a trench, without fittings, Wavin drinking water pressure pipe PE100 SDR 11 PN16 32 mm x 3.0 mm blue stripe 200 m/tekerés [or technically equivalent]	20 m				0 Ft	0 Ft
12	1.001	32 mm x 3.0 mm kék csák 200 m/tekerés [vagy PP, PE, KPE nyomócső szerelése, földárkban, idomok nélkül, Wavin ivóvíz nyomócső PE100 SDR 11 PN16]	Installation of PP, PE, KPE pressure pipe, in a trench, without fittings, Wavin drinking water pressure pipe PE100 SDR 11 PN16 40 mm x 3.7 mm blue stripe 200 m/tekerés [or technically equivalent]	107 m				0 Ft	0 Ft
13	1.002	40 mm x 3.7 mm kék csák 200 m/tekerés [vagy PP, PE, KPE nyomócső szerelése, földárkban, idomok nélkül, Wavin ivóvíz nyomócső PE100 SDR 11 PN16]	Installation of PP, PE, KPE pressure pipe, in a trench, without fittings, Wavin drinking water pressure pipe PE100 SDR 11 PN16 63 mm x 5.8 mm blue stripe 200 m/tekerés [vagy műszakilag ezzel egyenértékű]	235 m				0 Ft	0 Ft
14	1.002	63 mm x 5.8 mm kék csák 200 m/tekerés [vagy műszakilag ezzel egyenértékű]	Installation of PP, PE, KPE pressure pipe, in a trench, without fittings, Wavin drinking water pressure pipe PE100 SDR 11 PN16 110 mm x 10.0 mm kék csák 200 m/tekerés [vagy műszakilag ezzel egyenértékű]	127 m				0 Ft	0 Ft
15	1.002	110 mm x 10.0 mm kék csák 200 m/tekerés [vagy műszakilag ezzel egyenértékű]	Installation of PP, PE, KPE pressure pipe, in a trench, without fittings, FM Global approved water pressure pipe PE100 SDR 11 PN16 160 mm x 14.6 mm blue stripe 200 m/tekerés [or technically equivalent]	85 m				0 Ft	0 Ft
16	1.002	160 mm x 14.6 mm kék csák 200 m/tekerés [vagy műszakilag ezzel egyenértékű]	Installation of PP, PE, KPE pressure pipe, in a trench, without fittings, FM Global approved water pressure pipe PE100 SDR 11 PN16 315 mm x 28.6 mm kék csák 200 m/tekerés [vagy műszakilag ezzel egyenértékű]	140 m				0 Ft	0 Ft
17	1.003	315 mm x 28.6 mm kék csák 200 m/tekerés [vagy műszakilag ezzel egyenértékű]	Fittings, additional elements and their complete installation required for KPE pipe system designed for water supply	1 klt/cost				0 Ft	0 Ft
18	1.003	Vízellátáshoz tervezett, KPE csőrendszerhez szükséges idomok, kiegészítő elemek és azok szerelése komplett	Fittings, additional elements and their complete installation required for KPE pipe system designed for firewater	1 klt/cost				0 Ft	0 Ft
19	1.004	Tűzvízhez tervezett, KPE csőrendszerhez szükséges idomok, kiegészítő elemek és azok szerelése komplett	Fittings, additional elements and their complete installation required for KPE pipe system designed for sprinkler	1 klt/cost				0 Ft	0 Ft
20									
21									
22	1.005	Földmunkák, munkárárok	Ground works, working trenches						
23	1.005	Munkárárok dűclölése és bontása 5,00 m mélységig, 5,00 m szélességig, kétoldali dűclöléssel, vízszintes palatkával, 0,80-2,00 m árok szélesség között, zártosítva	Excavation and demolition of working trenches up to 5,00 m deep, 5,00 m wide with egg-shaped excavation, horizontal cutting, trench width between 0,80-2,00 m, closed row	2324 m2				0 Ft	0 Ft
24	1.005	Munkárárok földkiemelése közmű nélküli területen, gépi erővel, kiegészítő kézi munkával, bármely konkrétszerkezeti, I-IV oszt. talajban, árokok árokból 5,0 m árok szélességig, 3,0 m mélységig	Making a safety guardrail from logs or boards	1000 m3				0 Ft	0 Ft
25	1.005	Biztonsági védőkorlát készítése gömbfából	Excavation of labor trenches in an area without utilities, with soil backfilling in a working pit or trench, without compaction, with layered spreading, i.e. in cross soil, by hand, the center of gravity of the material is within the arms, above and next to the pipe (arbit) up to a thickness of 50 cm	1706 m				0 Ft	0 Ft
26	1.006	Földvisszatöltés munkagödörbe vagy munkárárokba, idomok nélkül, véteges elterheléssel, I-IV osztályú talajban, kézi erővel, az anyag süllypontja karoláson belül, a vezeték (műtárgy) felett és mellett 50 cm vastagságig		189 m3				0 Ft	0 Ft

3. ábra Excel, árazatlan költségvetés (9)

A költségvetés másik fontos funkciója a mennyiségek pontos meghatározása. Ez biztosítja a szükséges anyagok, munkadíjak és erőforrások számítását, ami nemcsak a költségszámítás alapja, hanem az építőanyagok megrendelésének, a szerződések megkötésének és az építésszervezési tervek előkészítésének is kulcsfontosságú eleme. Ezzel párhuzamosan a minőségi követelmények rögzítése is lényeges feladat, mivel a költségvetés olyan specifikációkat tartalmazhat, amelyek a műszaki leírásokból vagy tervekből nem derülnek ki, például a felületkezelés, a vasalatok típusa vagy az egyes technológiai megoldások pontos részletei.

A költségvetés támogatja a versenysemleges anyag- és technológia-kiválasztást is. Azáltal, hogy pontosan meghatározza az elvárt műszaki paramétereket, lehetőséget teremt az azonos feltételeket biztosító termékek összehasonlítására, miközben megőrzi az alternatívák alkalmazhatóságát. Ez különösen fontos a tendereztetési folyamatokban, ahol az ajánlatok összehasonlíthatósága és a verseny tisztasága alapvető elvárás.

A költségvetés nemcsak a költségelemek pontos meghatározásában segít, hanem a projekt egészére gyakorolt hatásokat is figyelembe veszi. Segítségével becsülhető a kivitelezés időtartama, a különböző munkafázisok időigénye és az esetleges külső tényezők, például az időjárási körülmények hatása a projektre. Továbbá lehetőséget ad gazdaságossági vizsgálatok elvégzésére, amelyek során a különböző műszaki megoldások összehasonlíthatók, és kiválasztható a legkedvezőbb alternatíva.

Összességében a költségvetés készítése nemcsak a pénzügyi kontroll és a jogszabályi megfelelés szempontjából alapvető, hanem nélkülözhetetlen a projekt szervezéséhez, az erőforrások kezeléséhez, a minőségi követelmények teljesítéséhez és a projekt sikeres megvalósításához. Egy jól megtervezett költségvetés minden résztvevő számára biztos alapot nyújt, legyen szó a megrendelőről, a tervezőről, a kivitelezőről vagy a műszaki vezetőről.

Az adatok hatékony integrálása a tervezési folyamatba létfontosságú, ugyanakkor a hagyományos tervezési módszerek esetén ezeket az adatokat manuálisan kell beírni, amelyeket a különböző tervekről kell leolvasni és összesíteni. Ez a folyamat nemcsak időigényes, hanem számos hibalehetőséget is rejt magában, ami negatívan befolyásolhatja a projekt sikeres megvalósítását. A pontos adatkezelés hiánya könnyen vezethet tévedésekhez, amelyek akár komoly költségnövekedést is eredményezhetnek, és ezáltal veszélyeztethetik a projekt határidőre történő és költséghatékony befejezését.

4. BIM-es tervezés bemutatása

Az épületinformációs modellezés (BIM) olyan technológiák, folyamatok és irányelvek összessége, amelyek lehetővé teszik több érdekelt fél számára, hogy közösen tervezzenek, építsenek és üzemeltethessenek egy létesítményt a virtuális térben. A BIM kifejezés az évek során óriásit nőtt, és mára a „digitális innováció jelenlegi kifejezése” az építőiparban. Ez egy intelligens 3D-s modell alapú folyamat, amely általában BIM végrehajtási tervet igényel a tulajdonosok, építésszek, mérnökök, vállalkozók vagy építőipari szakemberek számára az épületek és infrastruktúra hatékonyabb tervezése, kivitelezése és menedzselése érdekében.

4.1.1. 0-dik lépés

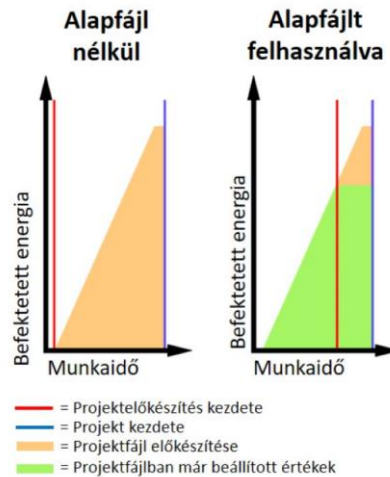
A Revit jelenleg az egyik legjobb program az épületgépészet tervezésére. Minden lényeges igényt ki tud elégíteni, ami egy épület esetében felmerülhet a szakmánkban, beleértve a hőellátást, légtechnikát, gázellátást és a vízellátást is. Ezeknek a rendszereknek a modellálását gyakran egyszerűsítik vagy teszik lehetővé kiegészítők, az úgynevezett Add-onok segítségével.

A félreértések elkerülése végett szeretném kiemelni, hogy az itt leírtak a Revit 2024.2-es változatára vonatkoznak. A 2018 előtti régebbi verziók esetében nem garantált, hogy minden említett funkció elérhető.

Fontos megjegyezni, hogy a Revit nem kompatibilis előre: tehát a projekt során használt verziót nem szabad változtatni, mivel az újabb verziók nem nyitják meg az előzőek fájljait. Viszont visszafelé kompatibilis, így probléma nélkül megnyithatunk vele korábbi projekt-, sablon-, és családfájlokat.

A modellezés maga teljesen más szemléletet igényel, mint az AutoCad-ben való tervezés. A Revitben a kollaboráció, kommunikáció és hatékonyság áll az előtérben. Mielőtt elkezdődik a modellezés, számos beállítást kell elvégezni a programban, mivel nem egy, hanem több projektet fogunk vele tervezni. Az első lépés egy alapfájl létrehozása, amely az adott tervezőiroda specifikus modellezési és menedzsment módszertanát tükrözi. Ezek az alapfájlok kritikus fontosságúak a projekt kezdeti szakaszában, mivel megfelelő alapot nyújtanak a munka gyors és minőségi megkezdéséhez. Tartalmazzák a modellezési módszertanoknak megfelelő beállításokat és felépítést, és csak meghatározott

szabályrendszerek alkalmazásával jelentenek előnyt. Az alábbi ábra szemlélteti, mennyire fontos, hogy az adott cég rendelkezzen egy jól strukturált alapfájllal a projekt kezdetén.



4. ábra Alapfájl létjogosultsága a projektben (9)

Munkám során elengedhetetlen a jól strukturált sablonfájlok létrehozása, amelyeket az alapfájl mellé készítünk. Ennek két fő oka van: az egyik a fájl méret optimalizálása, a másik az alapfájl kezelhetősége és átláthatósága. Ezeket a sablonokat szakág-specifikusan, LOD (Level of Detail) szint szerint, vagy adott feladatoknak megfelelően állítjuk össze, sőt, gyakran a kivitelező által preferált gyártók termékeire szabva. Ezek behívása az alapfájlba egyszerűbb és gyorsabb, mint a családok egyesével történő behívása.

Miután a sablonfájlok elkészültek, az alapfájl projekt specifikus igazítása következik. Ez magában foglalja a szintek, nézetek és referencia pontok beállítását, valamint DWG és IFC fájlok linkelését, a szükséges családok behívását és a szükséges kiegészítők beszerzését. Ezután kezdődhet meg a tervezési munka.

A tervezési folyamat két fő részre bontható. Az első a modellezési szakasz, amely során minden berendezést, szerelvényt, sanitert, csövet, csatornát és idomot betervezünk, gyakorlatilag kiviteli szintig részletezve és méretezve. Ezenkívül elkészítjük az IFC, DWG és PDF nézeteket, tervlapokat, hogy a kommunikáció más cégekkel is zökkenőmentesen és egyértelműen történjen. A második rész a kordinációs szakasz, amikor ellenőrizzük a többi szakággal az ütközéseket. Sokan azt gondolhatják, hogy ez a folyamat gyorsan lezajlik, de a valóságban ez nem így van. Mint minden mérnöki kérdésre, erre is az a válaszom, hogy „Attól függ!”. Egy projekten dolgoztam, ahol

hatan vettünk részt: a modellezési szakasz három hónapot vett igénybe, a koordinációs szakasz is ennyi időt igényelt. Ezt nagyban befolyásolják a program tulajdonságai, valamint a tervezési stratégia és módszertan.

Bár a fő témám a vízellátás tervezése, nem hagyhatom figyelmen kívül a többi szakágat, mivel ezek is hatással vannak a munkámra. Az épületgépészeti tervezés nagy részét én végzem, így jelentős befolyásom van arra, ha egy cső, szerelvény vagy idom ütközik egy másik elemmel az álmennyezetben vagy egy strangban. Fontos számomra a klímaberendezések, fan-coilok, kondenzációs kazánok és biztonsági lefűvató szelepek elhelyezése is, mivel a cseppvíz elvezetését is meg kell oldanom. Ezenfelül, ha a statikus fal- vagy födémátütést kér, esetleg speciális helyzetben, acélgerendában lyukat, hogy az esővizet el tudjam vezetni, nekem kell megmondanom a csőhálózat súlyát üzemi állapotban a statikusnak és a tartószerkezetesnek, hogy átadás után ne szakadjon le a mennyezetből vagy a falról.

A hatékony tervezés és a tervezési idő csökkentése érdekében kulcsfontosságú a megfelelő koordinációs stratégia kiválasztása. A nemzetközi szakirodalom két fő típusú stratégiát különböztet meg: a párhuzamos és a szekvenciális (lépcsőzetes) koordinációt. Ezek megértése elengedhetetlen a projekt sikeréhez. (13)

Párhuzamos Koordinációs Stratégia

A párhuzamos koordináció során az alvállalkozók egymástól függetlenül dolgoznak saját modelleken, anélkül, hogy folyamatos kommunikációban lennének. Az ütközésvizsgálat csak a modellek elkészülte után történik, ami gyakran jelentős konfliktusokhoz vezet. Az ütközések megoldása értekezletek sorozatát igényli, és időigényes folyamat, mivel a hibák csak a projekt későbbi szakaszában derülnek ki.

Szekvenciális Koordinációs Stratégia

A szekvenciális stratégia szerint a koordináció lépcsőről lépésre halad. Az építészeti és szerkezeti modellek elkészülte után először a legnagyobb helyigényű rendszerek, mint az HVAC, kerülnek modellezésre, ezt követik a többi rendszer. Ez lehetővé teszi a folyamatos ütközésvizsgálatot, csökkentve a későbbi konfliktusok számát és komplexitását.

Információmegosztás Szerepe

A párhuzamos stratégiában a MEP koordinátor központi szerepet tölt be, ami információs monopóliumot eredményezhet, lassítva a döntéshozatali folyamatot. Ezzel szemben a szekvenciális megközelítésben az információk szélesebb körben oszlanak meg a résztvevők között, csökkentve a koordinátorra nehezedő terhet és javítva a kommunikációt.

Összehasonlítás és Következtetések

A szekvenciális koordináció jelentős előnyöket kínál a párhuzamos stratégiához képest, beleértve a hatékonyabb kommunikációt, a csökkentett értekezletek számát és az ütközések kezelésének hatékonyságát. Ezáltal a projektek gyorsabban és pontosabban valósulhatnak meg, miközben csökken a hibák és a projekt késedelmeinek kockázata.

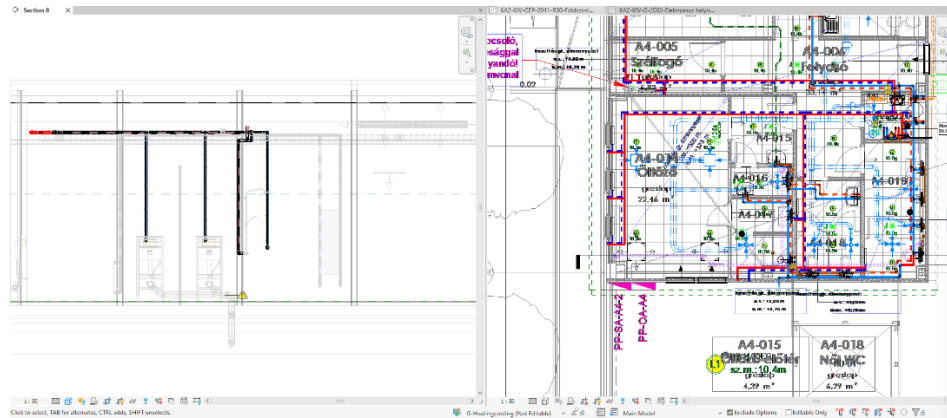
4.1.2. Revit programmal való tervezés

A Revit szoftver használata során az épületgépészeti tervezők valós adatokkal dolgozhatnak, amelyek az egész modellben szinkronban maradnak. Egyik legkiemelkedőbb előnye, hogy ha módosítás történik, például egy csővezeték méretének megváltoztatása, az változás azonnal frissül a modell minden kapcsolódó elemében. Ez a dinamikus adatfrissítés jelentősen csökkenti a hibák lehetőségét, és biztosítja, hogy minden projekt résztvevő ugyanazon, naprakész információk alapján dolgozzon.

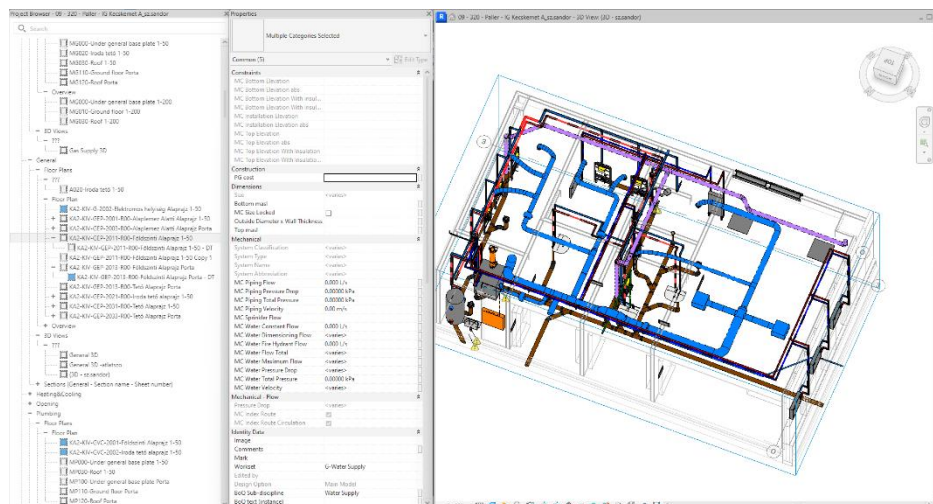
Ezen felül a Revit egyedülállóan képes automatikusan koordinálni az épületgépészeti rendszereket az építészeti és szerkezeti tervekkel. Ez azt jelenti, hogy az ütközésvizsgálatok és a koordinációs problémák, amelyek gyakran előfordulnak a hagyományos tervezési módszerekkel, jelentősen csökkennek. A Revit tehát nemcsak hogy növeli a tervezési folyamat hatékonyságát, hanem javítja a tervezés minőségét is, mivel minden elem pontosan illeszkedik a helyére, a tervezési hibák és azok költséges javításai minimalizálódnak.

Az automatizált funkciók, mint például a mennyiségi kimutatások és anyaglisták generálása, további idő- és költségmegtakarítást jelentenek a projekt során. Ezáltal a Revit nem csak technikai eszköz az épületgépészek számára, hanem egy integrált

megoldás, amely átfogóan támogatja az építési projekt minden szakaszát, a tervezéstől a kivitelezésig.



5. ábra Revit felhasználásával történő tervezés 2 monitor által. Ez az 1-es monitor, itt megosztót ablakon látszódik metszet, alaprajz. (9)



6. ábra Revit felhasználásával történő tervezés 2 monitor által. Ez a 2-es monitor, itt a Projekt Browser, Properties, és a 3D nézet. (9)

A 3D tervezési szoftverek, mint például a Revit, lehetővé teszik a tervezők számára, hogy valós időben felismerjék és kezeljék azokat az ütközéseket, amelyek a kivitelezés során jelentős költségnövekedést okozhatnak. Például, ha egy csővezeték vagy légszatórna keresztezi egy másik szakág elemét, mint egy gerenda, a 3D nézet azonnal észleli ezt. Ez segít megelőzni azokat a problémákat, amelyek máskülönben csak a kivitelezési fázisban derülnének ki.

Minden, a programban létrehozott elem parametrikus objektum, amelynek tulajdonságai könnyen szerkeszthetők és testre szabhatók. Ez lehetővé teszi, hogy a rendszerek

megfeleljenek a helyi szabványoknak és az adott projekt követelményeinek. A parametrikus modellek gyors módosításokat tesznek lehetővé anélkül, hogy manuálisan újra kellene tervezni az egész rendszert.

A szoftver automatikusan generál alaprajzokat, metszeteket és részletrajzokat a háromdimenziós modell alapján, jelentősen csökkentve a manuális rajzolásra fordított időt. Ráadásul a változtatások automatikusan frissülnek az összes dokumentumban, biztosítva a tervek konzisztenciáját. Ez a funkció különösen hasznos, amikor gyorsan kell reagálni a projekt során felmerülő változásokra.

A szoftver képes pontos mennyiségkimutatásokat és költségbecsléseket generálni az épületgépészeti rendszerek elemeiről, ami segít optimalizálni a projekt költségeit, és biztosítja, hogy a tervezés a rendelkezésre álló forrásokhoz igazodjon.

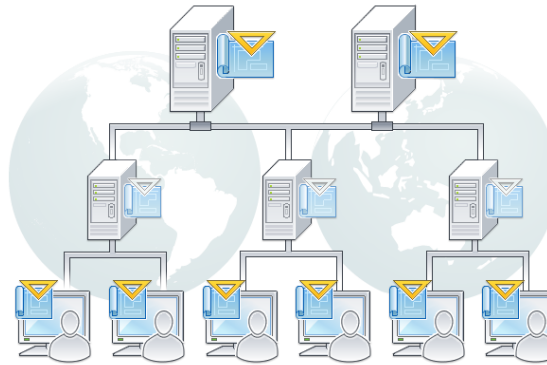
<Sewage Pipe BoQ>				
A	B	C	D	E
Type	Size	Length	Cost	System Abbrevi
SW - Vacuum Rainwater				
Geberit PE cső	40.00ø	4.8 m	0.00	RW
Geberit PE cső	50.00ø	51.1 m	0.00	RW
Geberit PE cső	56.00ø	52.4 m	0.00	RW
Geberit PE cső	60.00ø	25.6 m	0.00	RW
Geberit PE cső	70.00ø	70.0 m	0.00	RW
Geberit PE cső	90.00ø	81.2 m	0.00	RW
Geberit PE cső	100.00ø	52.5 m	0.00	RW
Geberit PE cső	125.00ø	58.9 m	0.00	RW
Geberit PE cső	150.00ø	168.5 m	0.00	RW
Geberit PE cső	200.00ø	172.2 m	0.00	RW
Geberit PE cső	250.00ø	72.9 m	0.00	RW
Geberit PE cső	300.00ø	5.1 m	0.00	RW
Grand total: 323		815.2 m	0.00	

7. ábra Cső mennyiség legyűjtése (9)

<Sewage Pipe Insulation BoQ>			
A	B	C	D
Pipe Size	Insulation Thick	Length	Area
SW - Vacuum Rainwater			
Armaflex ACE + rainwater			
40.00ø	13 mm	4.8 m	1.0 m ²
50.00ø	13 mm	22.6 m	5.4 m ²
56.00ø	13 mm	44.2 m	11.4 m ²
60.00ø	13 mm	18.1 m	5.1 m ²
70.00ø	13 mm	67.4 m	21.4 m ²
90.00ø	13 mm	24.9 m	9.1 m ²
100.00ø	13 mm	52.5 m	22.4 m ²
125.00ø	13 mm	56.9 m	27.0 m ²
150.00ø	13 mm	168.5 m	98.4 m ²
200.00ø	13 mm	172.1 m	122.2 m ²
250.00ø	13 mm	72.9 m	63.2 m ²
Grand total: 269		704.7 m	386.5 m ²

8. ábra Cső szigetelés legyűjtése (9)

Továbbá, a 3D modellezés támogatja a különböző szakágak közötti valós idejű együttműködést, amely megkönnyíti az építészeti, szerkezeti és épületgépészeti tervezők munkájának összehangolását. A közös fájlformátumok és a Revit Server használatával minden résztvevő ugyanazzal a modellel dolgozik, ami jelentősen csökkenti az információvesztés kockázatát.



9. ábra *A munkamegosztott projekt egy Revit épületmodell, amelyhez egyszerre több csapattag is hozzáférhet és módosítható (14)*

A fenntartható tervezés egyre nagyobb hangsúlyt kap az építőiparban, ahol a Revit szoftver beépített energiaelemzési funkciói kulcsfontosságú eszközöket biztosítanak az épületgépészeti rendszerek hatékonyságának elemzésére és optimalizálására. Ezek a funkciók lehetővé teszik a tervezők számára, hogy olyan rendszereket alakítsanak ki, amelyek nemcsak megfelelnek a környezetvédelmi előírásoknak, hanem javítják az épületek energiahatékonyságát is.

A Revitben tárolt információk, mint például karbantartási adatok és szerelvények jellemzői, megkönnyítik az épület üzemeltetését és karbantartását a kivitelezés után. Ez a tulajdonság különösen értékes a hosszú távú projektmenedzsment szempontjából, mivel elősegíti az épület teljes élettartamának optimalizálását.

A Revit használata nem csak a tervezési pontosságot és hatékonyságot növeli, hanem hozzájárul a projektek költséghatékony kezeléséhez és a fenntartható rendszerek kialakításához is. Az integrált BIM (Building Information Modeling) környezet, a parametrikus tervezés, valamint a pontos dokumentáció és együttműködés mind hozzájárulnak ahhoz, hogy a Revit az egyik legkiemelkedőbb eszköz legyen az építőiparban. Az épületgépészeti szakemberek számára a szoftver olyan eszközt kínál, amely segít az összetett rendszerek egyszerűbb tervezésében és menedzselésében, miközben csökkenti a hibák és a költség túllépések kockázatát.

4.1.3. Revit programmal való tervezés Add-on kiegészítőkkel.

A Revit alapszoftver, mint a Building Information Modeling (BIM) tervezés egyik kulcseleme, jelentős előnyöket nyújt az épületgépészeti tervezők számára. Ez a platform alapvetően háromdimenziós modellezést, precíz mennyiségszámítást, és a szakágak közötti zökkenőmentes együttműködést tesz lehetővé. A Revit funkciói tovább bővíthetők különböző speciális Add-onokkal, mint a MagiCAD, (15) LINEAR, (16) ARKANCE, (17) és DIROOTSONE (18), amelyek nem csak felgyorsítják a tervezési folyamatot, de növelik a tervek pontosságát is, valamint segítenek a valós körülményekhez történő igazodásban.

Az alapszoftver már önmagában is kiválóan alkalmas a különböző területek közötti koordinációra, de az Add-onok még magasabb szintű integrációt tesznek lehetővé. Például a MagiCAD segítségével kiválaszthatók azok a gyártók csővezetékei, amelyek teljesítménye pontosan illeszkedik a tervezett vízhozamhoz és nyomásviszonyokhoz, biztosítva a rendszer optimális működését. Az épületgépészeti rendszerek tervezésénél kulcsfontosságú, hogy a tervek a valós termékekhez igazodjanak, és az ilyen Add-onok, mint a MagiCAD, hozzáférést biztosítanak a gyártók hivatalos adatbázisaihoz, lehetővé téve, hogy a tervezők pontosan azokat az elemeket építhessék be, amelyek később ténylegesen is elérhetők lesznek.

A LINEAR és a MagiCAD fejlett számítástechnikai modulokat kínál, amelyek a vízellátási rendszerek hidraulikai szimulációját teszik lehetővé, elősegítve a csővezetékek átmérőjének optimalizálását, a nyomásvesztés és a vízsebesség pontos meghatározását a nemzetközi és hazai szabványok alapján. Például egy szállodai komplexum vízellátási hálózatának tervezésekor kiszámítható a rendszerben szükséges minimális csőátmérő és a szivattyúk működési teljesítménye, figyelembe véve a tetőtéri tartály és az alsó szintek közötti nyomáskülönbséget.

Ezen kívül, a MagiCAD képes kapcsolási rajzokat készíteni, míg a LINEAR függőleges csőterveket tud rajzolni, ami pótolja a Revit egyik hiányosságát. Automatikusan generálják a szükséges metszeteket, darabjegyzékeket és költségbecsléseket, ami különösen előnyös a nagyobb projekteknél, ahol a részletekre való odafigyelés kiemelten fontos. Az automatizált dokumentáció nemcsak időt takarít meg, hanem biztosítja, hogy a dokumentáció minden szempontból megfeleljen az előírásoknak és a gyakorlati követelményeknek.

A különböző szakágak közötti együttműködés kulcsfontosságú a BIM-alapú projektek sikerében. Olyan Add-onok, mint a DIROOTS ONE és az ARKANCE (T4R), megkönnyítik az adatok exportálását és importálását más tervezőszoftverekbe, lehetővé téve a tervezők számára, hogy zökkenőmentesen megoszthassák a modell adatait kivitelezőkkel, beszállítókkal és más érintettekkel. Ez az integráció elősegíti a projektátfogó kommunikációt és koordinációt.

Az energiahatékonyság és a fenntarthatóság növekvő szerepe az épületgépészeti tervezésben kiemelt figyelmet követel. Add-onok, mint a LINEAR és a MagiCAD, lehetővé teszik az energiafelhasználás részletes elemzését, így támogatva a tervezőket a rendszerek optimalizálásában. Ezek az eszközök segítenek a tervezőknek abban, hogy megfeleljenek a fenntarthatósági előírásoknak és az épületek energiahatékonysági követelményeinek.

A részletes BIM modellek az épület teljes életciklusára vonatkozó információkat tartalmaznak, amelyek nemcsak a kivitelezés, hanem az üzemeltetés és karbantartás során is hasznosak. A modellekben tárolt adatok – például a szerelvények műszaki jellemzői vagy karbantartási utasítások – jelentős segítséget nyújtanak az üzemeltetőknek.

A Revit és az Add-onok összehangolt használata rendkívüli lehetőségeket nyit meg az épületgépészeti tervezők előtt. Az automatizáció, a valós gyártói adatbázisok, a speciális számítási és szimulációs eszközök, valamint a részletes dokumentációs lehetőségek mind hozzájárulnak a hatékonyabb és precízebb tervezési folyamathoz. Ezek az eszközök nemcsak a tervezési szakaszban, hanem a kivitelezés, üzemeltetés és karbantartás során is jelentős előnyöket kínálnak, hosszú távon növelve a projektek sikerességét és hatékonyságát.

4.1.4. Ütközésvizsgálat

A Revit alapvető szerepet játszik a BIM-alapú projektekben, ám a tervezők gyakran elkerülik az ütközésvizsgálati funkciók használatát, különösen nagyobb projektek esetében. Ennek egyik oka, hogy a Revit ütközésvizsgálati eszközei korlátozottak és kevésbé hatékonyak, mint a speciálisan erre a célra kifejlesztett szoftverek, mint a Navisworks Manage vagy a Bexel Manager.

A Dedikált Ütközésvizsgálati Szoftverek Előnyei

A Navisworks Manage és a Bexel Manager jelentős előnyöket kínálnak a BIM koordináció és ütközésvizsgálat terén. Ezek a programok támogatják a Revit modellek komplex analízisét és az összes releváns adat – geometriai és metaadatok – rögzítését, ami elengedhetetlen a hatékony ütközésvizsgálathoz.

Bexel Manager: A Bexel Manager (19) egy átfogó BIM-menedzsment eszköz, amely integrálja a tervezést, ütemezést és ütközésvizsgálatot. Az eszköz képes automatikusan feldolgozni a Revit modellből származó adatokat, azonosítani az ütközési pontokat, és vizuálisan kiemelni a problémás területeket 3D nézetben. Részletes jelentéseket készít, kategorizálva az ütközéseket probléma súlyossága alapján, és összekapcsolja azokat az ütemezési és költségvetési adatokkal.

Navisworks Manage: A Navisworks Manage (20), a Clash Detective (21) modul segítségével, részletesen elemzi az épületgépészeti, szerkezeti és egyéb szakági tervek közötti ütközéseket. A program azonosítja az ütközéseket, mint például a csővezetékek és szerkezeti elemek közötti konfliktusokat, és kategorizálja azokat súlyosság szerint. Az ütközések megoszthatók a projekt csapattal, elősegítve a gyors és hatékony konfliktuskezelést.

Ütközésvizsgálatok Integrálása a Projektmunkába

Az ütközésvizsgálati szoftverek által generált jelentések alapján a tervezők elvégzik a szükséges módosításokat a Revit modellben, majd az adatokat megosztják a projekt csapat többi tagjával. Az így frissített modell újrainportálása a Bexel Managerbe vagy a Navisworksbe történik, hogy ellenőrizzék, az összes konfliktus megoldódott-e.

Ezek a lépések biztosítják, hogy az ütközések már a tervezési fázisban felismerésre kerüljenek, ezzel megelőzve a helyszíni hibákat és csökkentve az újratervezés és a kivitelezési késedelmek költségeit. Az elővigyázatossági lépések, mint az ütközések vizuális megjelenítése és a részletes jelentések, elősegítik a gyors döntéshozatalt és javítják a különböző szakterületek közötti együttműködést.

A Revit és a dedikált szoftverek, mint a Bexel Manager és a Navisworks, hatékony eszközök az ütközésvizsgálatok elvégzésére, lehetővé téve a különböző szakágak tervei közötti konfliktusok gyors és pontos azonosítását, valamint a problémák hatékony

megoldását. Az integrált munkafolyamatok révén minimalizálhatók a kivitelezési hibák, csökkenthetők a költségek és javítható a projektek koordinációja, biztosítva a zökkenőmentes és sikeres megvalósítást.

4.1.5. Költségvetés készítés

A költségvetés készítése kritikus része minden BIM-alapú építőipari projektnek, melyhez számos speciális szoftver áll rendelkezésre. A Revit által létrehozott BIM modellek alapos felhasználása mellett a STR Vision CPM, (22) a Bexel Manager, a TERC V.I.P. (23), és a TERC-ETALON (24) rendszerek integrálása jelentős előnyöket kínál.

Alapok a költségvetés-készítéshez

Egy pontos költségvetés alapja a részletes BIM modell, amely tartalmazza az épület minden elemének geometriai és attribútumadatait. A Revitben minden építési elemhez hozzá kell rendelni szükséges paramétereket, mint például anyagtípus, mennyiség és költség. Fontos biztosítani, hogy az elemek megfelelő kategóriákba sorolva legyenek, és a szükséges metaadatokkal rendelkezzenek, amit a classification rendszerek (Uniclass, OmniClass, stb.) segítségével érhetünk el. (25)

Modell exportálása

A modellt olyan formátumokba kell exportálni, amelyet a költségvetés-készítő szoftverek feldolgozhatnak. Az IFC (26) és az NWC (27) formátumok a legelterjedtebbek e célra. Az IFC, mint nyílt szabvány, biztosítja a különböző szoftverek közötti interoperabilitás. Az exportáláskor ügyelni kell arra, hogy a fájl tartalmazza a szükséges adatokat, beleértve a geometriai információkat és metaadatokat.

Költségvetés készítése

Az exportált modell importálása után a kiválasztott költségvetés-készítő szoftver felismeri a modellben található elemeket és azok mennyiségeit. Az elemekhez hozzá kell rendelni a megfelelő költségeket az adatbázisból vagy egyedi árlistákból. A szoftver segítségével részletes költségvetési jelentéseket lehet generálni, amelyek tartalmazzák az anyagköltségeket, munkadíjakat és egyéb költségeket.

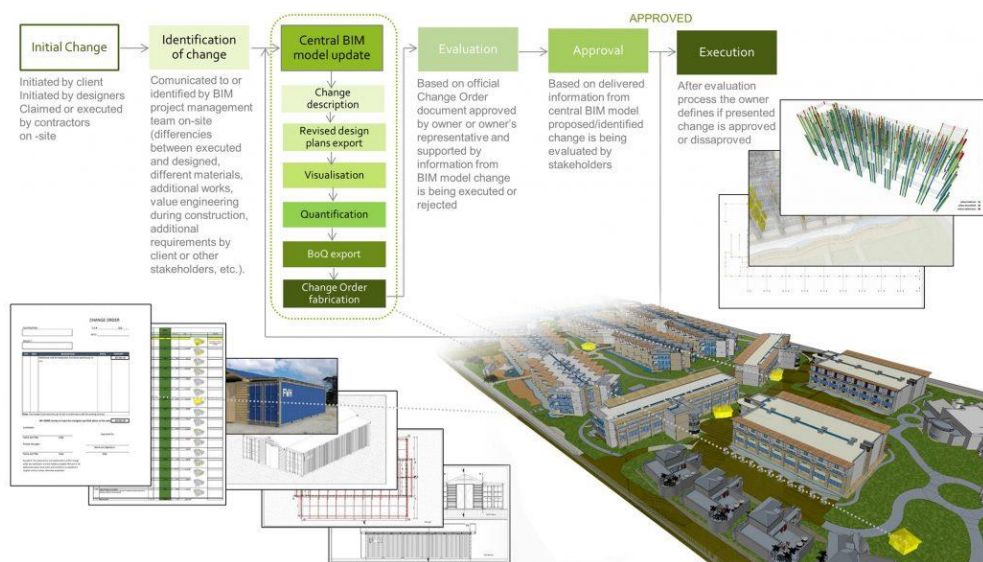
TERC V.I.P. és TERC-ETALON

A TERC V.I.P. és TERC-ETALON költségvetés-készítő programok különösen előnyösek, mivel az Összevont Építőipari Normarendszer adattárára épülnek, és rendszeresen frissülnek. A TERC-ETALON egy online elérhető platform, míg a TERC V.I.P. egy hardverkulccsal védett desktop alkalmazás. Mindkét rendszer lehetővé teszi az elkészült költségvetések exportálását és importálását.

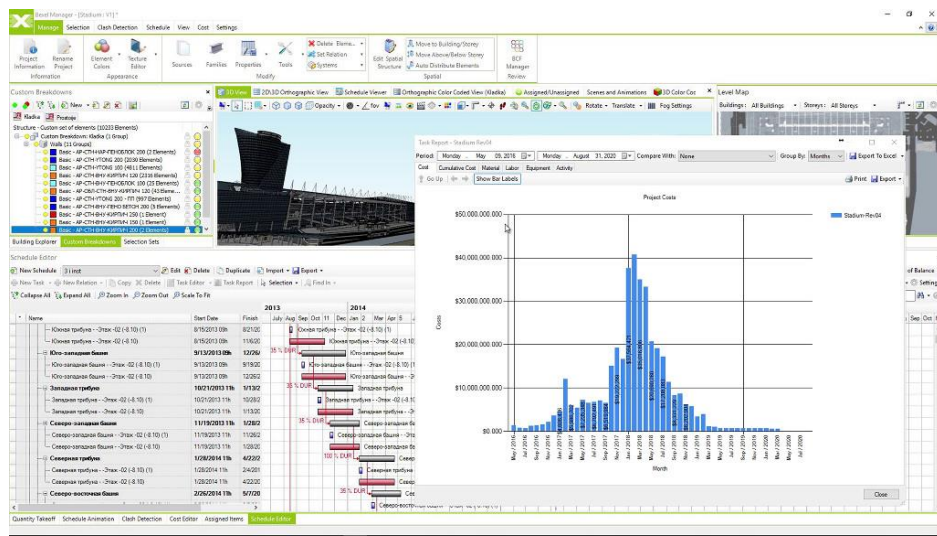
Bexel Manager

A Bexel Manager integrált BIM menedzsment eszközként támogatja a költségvetés-készítést is. Az 5D BIM költséggazdálkodási modulja segítségével különböző árstruktúrák alkalmazhatók, ami átgondoltabb munkavégzést tesz lehetővé. A program képes összehasonlítani a korábbi verziókat az új alternatívákkal, így gyors információt nyújtva a becsült költségek változásáról.

A költségvetés-készítés során a pontos és részletes BIM modell, a szükséges adatok gondos exportálása, valamint a specializált költségvetés-készítő szoftverek integrálása biztosítja a pontos és megbízható költségbecslést, ami elengedhetetlen a sikeres projektmegvalósításhoz.

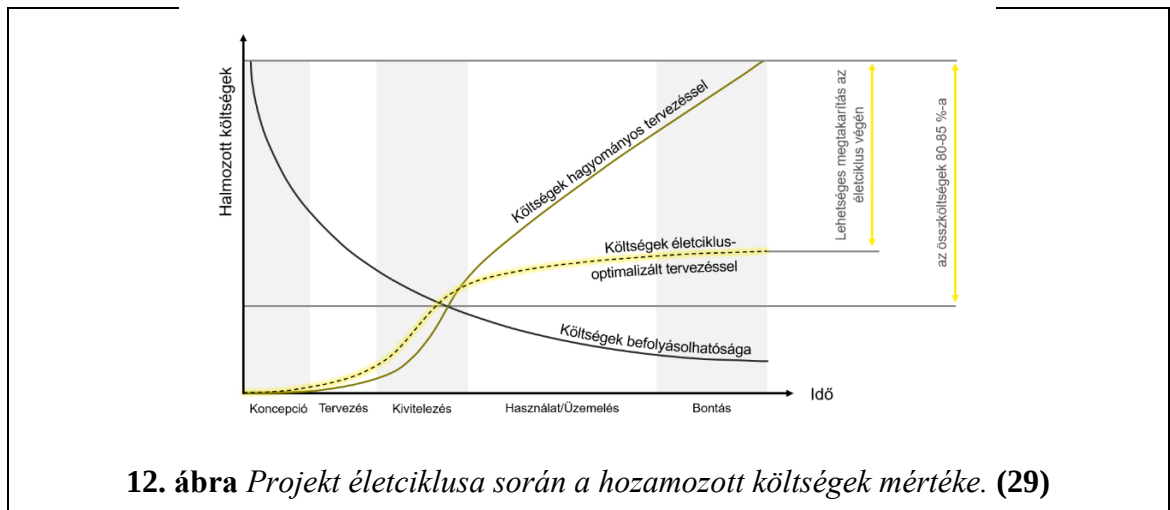


10. ábra Bexel Manager Változáskövetés (28)



11. ábra Bexel Manager Ütemezés (28)

Így a végére szeretném szemléltetni a komplex BIM-es szemlélet előnyeit a hagyományos tervezéssel szemben, különös tekintettel a költségek hatékony kezelésére. Ahogy az ábrán is látható, az optimalizált tervezési folyamatok, mint például a BIM technológia alkalmazása, lehetővé teszik a költségek korai felismerését. Ez javítja a költségek befolyásolhatóságát a projekt későbbi szakaszaiban is. Bár a kezdeti költségek magasak lehetnek, a hosszú távú megtakarítások jelentősek, mivel a korai szakaszban történő befektetések lehetővé teszik a költségek hatékonyabb menedzselését a projekt teljes élettartama alatt. Továbbá, a "Költségek csökkentésének lehetősége" oszlop kiemeli, hogy a koncepció- és tervezési szakaszban rejlenek a legnagyobb lehetőségek a költségek csökkentésére. A grafikon azt sugallja, hogy minél korábban kezdődik el a költségoptimalizálás és a kockázatkezelés a projekt életciklusában, annál nagyobb a megtakarítás potenciálja.



12. ábra Projekt életciklusa során a hozamosított költségek mértéke. (29)

5. Összegzés

Így a végére érve, az épület vízellátás, a CAD-alapú és a BIM-es tervezés témaköreit áttekintve világossá vált számomra, milyen hatalmas területekről van szó. Ezek nemcsak együtt, hanem külön-külön is rendkívül összetettek. Nem titkolt célom volt, hogy részletesen bemutassam, miért érdemes átállni a fejlettebb tervezési módszerekre, milyen plusz lehetőségeket nyújtanak a hatékonyság növelésére, és hogyan könnyítik meg a mindennapi munkánkat. Azonban ezeknek a komplex témáknak a mélysége ellenére is, hiába igyekeztem a lehető legjobban beleásni magam, csak a felszínt érinthettem. (30)

Úgy gondolom, hogy sikerült átfogó képet adnom az épületgépész tervezőknek arról, hogy mi is tartozik az épületgépész feladatai közé a vízellátás tervezése kapcsán. Bemutattam, hogy mennyi szabályozásnak és szabványnak kell megfelelniük a minőségi munka érdekében. Rávilágítottam a CAD-es tervezés korlátaira: bár egykor kielégítette az igényeket és innovatív megoldásnak számított, ma már nem elegendő. Sajnálatos módon sok magyar tervező cég nem hajlandó elfogadni a világ változásait. Amennyiben nem alkalmazkodnak, elkerülhetetlen a lemaradásuk. Azok, akik még mindig a 2018 előtti Revit verziókat használják örökös licenccel, vagy kalózverzióval dolgoznak, ugyanolyan helyzetbe kerülhetnek, mintha teljesen elutasítanák a BIM-re való átállást. Nem képesek kihasználni azokat a számtalan plusz kiegészítőt és szoftvert, amelyek megkönnyítenék és felgyorsítanák munkájukat.

Ezért úgy döntöttem, hogy nem egy általános BIM-bemutatót készítek, hanem egy gyakorlatiasabb szemléletben mutatom be, milyen lehetőségekről mond le az, aki halogatja a váltást. Részleteztem a Revit alapvető funkcióit, a tervezés előkészítésének alapjait, a program önálló és kiegészítőkkal bővített lehetőségeit, valamint azokat a további szoftvereket, amelyek segítenek a hibák kiküszöbölésében és a költségvetés optimalizálásában. És ez még mindig nem a teljes kép. Mindenkit arra bátorítok, hogy mélyedjen el ebben a témában. Már az alapelvek felismerése és követése is jelentős javulást hozhat a jelenlegi, "csapjunk bele, lesz, ami lesz" hozzáálláshoz képest.

Összefoglalva, az itt bemutatott témák azt mutatják, hogy az átállás nemcsak elkerülhetetlen, hanem alapvető fontosságú is a versenyképesség megőrzéséhez és a hatékonyabb munkavégzéshez. Ez minden szép és jó, amit elmondtam, de így se

hiszem, hogy ez a dolgozat elolvasása után minden cég befektet fizetős licencelt programokba. Egyrészt, a költségvetésükbe nem átlátható, milyen mértékben növekszik a kiadások mértéke. Másrészt, nagy energiákat és időt kell fordítani ezekre a szoftverek megtanulására, ami a projektekről von el embereket.

Ezek komplex dolgok, amik az elején elriaszthatják a munkaadókat, de szépen lassan be kell látni, hogy a versenyképesség, az állami befolyás a BIM felé, illetve az a rémisztő tapasztalat, hogy mekkora lemaradásban van a cég, ha szembesül a rideg valósággal, mind arra sarkall, hogy el kell kezdeni a váltást, akármilyen nehéznek is tűnik.

És a végére egy biztató gondolat: számtalan segítség áll rendelkezésre világszerte a BIM szakmérnöki egyetemi képzés, a szoftvergyártók és képviselőik által nyújtott támogatások, nyílt BIM fórumok, internetes honlapok, szabványok, YouTube-on megtalálható tutoriál videók.

6. Ábrajegyzék

1. ábra:	1. ábra <i>Műszaki ellenőr által véleményezett szennyvíz terv (Szennyvíz, cseppvíz, kiszellőző vezeték látható). (6).....</i>	25
2. ábra:	2. ábra <i>Linear AutoCad kiegészítője, programon belüli méretezéshez (8) ..</i>	27
3. ábra:	3. ábra <i>Excel, árazatlan költségvetés (6)</i>	28
4. ábra:	4. ábra <i>Alapfájl létjogosultsága a projektben (6).....</i>	31
5. ábra:	5. ábra <i>Revit felhasználásával történő tervezés 2 monitor által. Ez az 1-es monitor, itt megosztót ablakon látszódik metszet, alaprajz. (6).....</i>	34
6. ábra:	6. ábra <i>Revit felhasználásával történő tervezés 2 monitor által. Ez a 2-es monitor, itt a Projekt Browser, Properties, és a 3D nézet. (6)</i>	34
7. ábra:	7. ábra <i>Cső mennyiség legyűjtése (6).....</i>	35
8. ábra:	8. ábra <i>Cső szigetelés legyűjtése (6)</i>	35
9. ábra:	9. ábra <i>A munkamegosztott projekt egy Revit épületmodell, amelyhez egyszerre több csapattag is hozzáférhet és módosítható (11).....</i>	36
10. ábra:	10. ábra <i>Bexel Manager Változáskövetés (25).....</i>	41
11. ábra:	11. ábra <i>Bexel Manager Ütemezés (25)</i>	42
12. ábra:	12. ábra <i>Projekt életciklusa során a hozamozott költségek mértéke. (26) ...</i>	42

7. Idézett forrásmunkák

1. **Tolman, Frits P.** Product modeling standards for the building and construction industry: past, present and future. *sciencedirect*. [Online] 1999. 03 24. [Hivatkozva: 2024. 11 24.] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580598000739>.
2. **Science, IOP Conference Series: Earth and Environmental.** Application of BIM Technology in Building Water Supply and Drainage Design. [Online] 2017. [Hivatkozva: 2024. 12 03.] <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/100/1/012117/pdf>.
3. **CSATORNÁZÁS, VÍZELLÁTÁS.** Rácz László . Szeged : Carol, 2013. 16211-11.
4. **Barna Lajos Dr. Erdei István, Jasper Andor Dr, Takács Gyula.** *Segédlet épületek csatorna-berendezéseinek tervezéséhez.* Budapest : Magyar Mérnöki Kamara, 2018. október . FAP-2018/107-ÉGT.
5. **László, Rácz.** *Épületgépészeti csővezetékek szerelése.* Szeged : Carol, 2013. 978 963 89549 0 9.
6. **IFAN.** A cpvc és az upvc közötti különbség. *ifanpiping*. [Online] 2023. 06 08. [Hivatkozva: 2025. 01 12.] <https://hu.ifanpiping.com/info/difference-between-cpvc-and-upvc-83169889.html>.
7. **LAPJA, A MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA.** BIM – épületgépészeti vonatkozások. *mérnök újság*. 2024. július , 2024., XXXI. kötet, 7.
8. **Edison Atencio 1, 2,*ORCID,Pablo Araya 1,Francisco Oyarce 1,Rodrigo F. Herrera 1ORCID,Felipe Muñoz-La Rivera 1,3,4ORCID andFidel Lozano-Galant**
2. Towards the Integration and Automation of the Design Process for Domestic Drinking-Water and Sewerage Systems with BIM. *appls*. [Online] 2022. 09 09. [Hivatkozva: 2024. 12 03.] <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/18/9063>.
<https://doi.org/10.3390/app12189063>.
9. **Sándor, Szalai.** *Saját ábra.*
10. **LINEAR.** *he solution for your MEP Design!* [Online] LINEAR. [Hivatkozva: 2024. 11 26.]
https://www.linear.eu/en/home/?srsId=AfmBOorl60VknWPvLLahZTvsLQsJrUo_eDIxaJd45W_1rGC-v0jjLgt8.

11. E-learning course on the scheme generator in AutoCAD. <https://www.linear.eu/>. [Online] 2024. 05 25. [Hivatkozva: 2024. 12 03.] <https://www.linear.eu/en/blog/e-learning-course-on-the-schema-generator-in-autocad/>.
12. László, Dr. Neszmélyi. Költségvetés és árképzés az építőiparban . [Online] 2013. 01 30. [Hivatkozva: 2024. 11 26.] https://www.terc.hu/download/uploads/koltsegvetes_arkepzes.pdf?srsltid=AfmBOop3iGXvg4mq3QsQ1ps-Fy8GyrzmKhyMDAomlEC-BXqpIKie0Ds.
13. *Parallel vs. Sequential Cascading MEP Coordination Strategies: A Pharmaceutical Building Case Study*. Ghang Lee, Jonghoon “Walter” Kim. Szöul 120-749, Dél-Korea : Automation in Construction, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.03.004>.
14. 5, autodesk. About Revit Server. [Online] [Hivatkozva: 2024. 12 03.] <https://help.autodesk.com/view/RVT/2025/ENU/?guid=GUID-4DE9A327-583E-40DA-81EB-1150D60E6887>.
15. magicad. Mi vagyunk a digitalizáció előfutárai. [Online] magicad. [Hivatkozva: 2024. 12 03.] <https://www.magicad.com/>.
16. LIENAR. Potable water design with AutoCAD. [Online] LIENAR. [Hivatkozva: 2024. 12 03.] <https://www.linear.eu/en/software/solutions-for-autodesk-autocad/autocad-potable-water/>.
17. arkance. BIM szolgáltatások. arkance.world/hu-hu. [Online] arkance. [Hivatkozva: 2024. 12 03.] https://arkance.world/hu-hu/szolgalattasok/bim-szolgalattasok?_gl=1*17qo62o*_up*MQ..*_gs*MQ..&gclid=CjwKCAiA9bq6BhAKEiwAH6bqoEiiNpDDYif8VbRzQZLyPPctpszQVMZl0vvaby8FrBoONkZ8xWTKdBoCDTYQAvD_BwE.
18. DiRootsOne. Productivity Tools for Autodesk Revit. *DiRoots connecting the dots*. [Online] DiRootsOne. [Hivatkozva: 2024. 12 03.] <https://dirroots.com/revit-plugins/dirrootsone/>.
19. Együtt a digitális építőiparért. *bexelmanager.epitoipariszoftver*. [Online] Bexel Manager. [Hivatkozva: 2025. 01 15.] <https://bexelmanager.epitoipariszoftver.hu/>.
20. 2, autodesk. What is Navisworks? <https://www.autodesk.com/>. [Online] [Hivatkozva: 2024. 12 03.] <https://www.autodesk.com/products/navisworks/free-trial>.

21. 4, autodesk. Overview of Clash Detective Tool. [Online] [Hivatkozva: 2024. 12 03.] <https://help.autodesk.com/view/NAV/2024/ENU/?guid=GUID-36D9904E-12F3-4F82-8DD3-C2103DB0BC29>.
22. CPM, STR Vision. STR Vision CPM. [Online] [Hivatkozva: 2024. 12 03.] <https://strvision.epitoipariszoftver.hu/>.
23. V.I.P., TERC. Miért válassza a TERC V.I.P. költségvetés-készítő szoftvert? [Online] [Hivatkozva: 2024. 12 03.] <https://www.terc.hu/oldal/terc-vip-asztali-offline>.
24. TERC-ETALON. Miért a TERC-ETALON online rendszert válassza? [Online] [Hivatkozva: 2024. 12 03.] <https://www.terc.hu/termek/terc-etalon-ws>.
25. bimaxon. BIM & CLASSIFICATION. <https://www.bimaxon.com/>. [Online] bimaxon, 2020. [Hivatkozva: 2025. 01 15.] <https://www.bimaxon.com/what-is-bim/bim-classification/>.
26. buildingsmart. buildingsmart.Industry Foundation Classes (IFC). www.buildingsmart.org. [Online] buildingsmart. [Hivatkozva: 2025. 01 15.] <https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/industry-foundation-classes/>.
27. 3, Autodesk. File formats (NWF NWD NWC) in Navisworks. [Online] [Hivatkozva: 2024. 12 03.] <https://www.autodesk.com/support/technical/article/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/NavisWorks-JetStream-file-formats-NWC-NWF-NWD-and-NWP.html>.
28. Tervezési projekt. *bexelmanager*. [Online] [Hivatkozva: 2024. 12 03.] <https://bexelmanager.epitoipariszoftver.hu/bex-3d.php>.
29. Zoltán, Nagy. *KÖZÉPPONTBAN A VÍZ ÉS HASZNOSÍTÁSA*. [Online] 2021. 05 20. [Hivatkozva: 2024. 11 24.] chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgltfindmkaj/https://bpmkkepzések.hu/images/Nagy_Zoltan_MMK_eloadas_20210520.pdf.
30. LAPJA, A MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA. Szemléletváltás és oktatás. *mérnök újság*. XXVI., 2019. december., 12.
31. (Közműegyeztetés / E-közmű. [Online] Lechner Tudásközpont. [Hivatkozva: 2024. 11 26.] <https://www.e-epites.hu/e-kozmu>.

32. Potable water design with AutoCAD. [Online] LINEAR. [Hivatkozva: 2024. 11 26.] Potable water design with AutoCAD.
33. Waste water design with AutoCAD. [Online] LINEAR. [Hivatkozva: 2024. 11 26.] <https://www.linear.eu/en/software/solutions-for-autodesk-autocad/autocad-waste-water/>.
34. Xie, Xuanfeng. A BIM és KBMS alapú MEP rendszerek automatizált szabályellenőrzése. *mdi*. [Online] 2022. 05 25. [Hivatkozva: 2023. 12 20.] <https://www.mdpi.com/2075-5309/12/7/934>.
<https://doi.org/10.3390/buildings12070934>.
35. Parallel vs. Sequential Cascading MEP Coordination Strategies: A Pharmaceutical Building Case Study. <https://www.sciencedirect.com/>. [Online] 2014. 07. [Hivatkozva: 2024. 12 03.]
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580514000569>.
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.03.004>.
36. Server, About Revit. About Revit Server. *help.autodesk.com*. [Online] [Hivatkozva: 2024. 12 03.]
<https://help.autodesk.com/view/RVT/2025/ENU/?guid=GUID-4DE9A327-583E-40DA-81EB-1150D60E6887>.
37. buildingsmart. Industry Foundation Classes (IFC). [Online] buildingsmart. [Hivatkozva: 2024. 12 03.] <https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/industry-foundation-classes/#learn-more>.
38. epitoipariszoftver. Pénzügyi tervezés. [Online] [Hivatkozva: 2024. 12 03.] <https://bim.epitoipariszoftver.hu/5dbim>.
39. Tudásközpont, Lechner. BIM-KÉZIKÖNYV . [Online] 2018. [Hivatkozva: 2024. 12 03.] <https://lechnerkozpont.hu/doc/terbeli-szolgalatasok-attekintes/lechner-tudaskozpont-bim-kezikonyv-1-kotet-1-kiadas.pdf>.