

DIPLOMAMUNKA

Altantulga Anar
Létesítménymérnök szak
Épületgépészet szakirány

Gödöllő

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Létesítménymérnök Szak

**Hotelépület vízellátásának, szennyvíz- és esővízelvezetésének
tervezése**

Belső konzulens: Dr. Szabó Márta
egyetemi docens

Külső konzulens: Jaksa Péter
kivitelezési projektvezető

Készítette: **Altantulga Anar**
ZED2DN
levelező tagozat

Intézet/Tanszék:

Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

**Gödöllő
2023**

MŰSZAKI INTÉZET LÉTESÍTMÉNYMÉRNÖK MESTERSZAK
Épületgépészet specializáció

DIPLOMADOLGOZAT
feladatlap

Altantulga Anar (ZED2DN)

részére

A diplomadolgozat címe:

Hotelépület vízellátásának, szennyvíz- és esővízelvezetésének tervezése

Feladatkiírás:

Tanulmányozza a témához kapcsolódó szakirodalmi forrásokat, jogi- és szabványi előírásokat. Ismertesse a csapadékintenzitás meghatározásának módszereit. Esővízelvezetés témakörében vizsgálja meg a csapadékvízre vonatkozó, szükséges meteorológiai adatokat. Dolgozza fel azokat a megfelelő mértékben. A kiinduló paraméterekből tervezze meg a vízellátás, szennyvíz- és esővízelvezetés szakágak nyomvonalait és végezze el a hidraulikai méretezéseket. Végül készítse el a kiviteli terveket.

Közreműködő tanszék: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

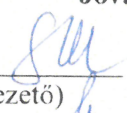
Külső konzulens: *Jaksa Péter kivitelezési projektvezető*, Market Építő Zrt., 1037 Budapest, Bojtár utca 51.

Belső konzulens: *Dr. Szabó Márta egyetemi docens*, MATE, Műszaki Intézet

Beadási határidő: 2023. május 2.

Gödöllő, 2023. 04. hó 27 nap

Jóváhagyom



(tanszékvezető)

Szabó Márta

(szakfelelős)

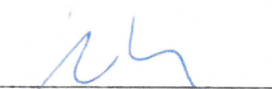
Átvettem

Altantulga Anar

(hallgató)

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Gödöllő, 2023. 04. hó 28. nap



(külső konzulens)

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés, célkitűzés	4
2. Irodalomfeldolgozás	5
2.1 Szállodákról általánosságban.....	5
2.1.1 Szálláshelyek, szállodák helye az Unióban	5
2.1.2 Szállodák kategorizálása.....	6
2.2 Vízellátás	8
2.2.1 Legionella	8
2.2.2 Melegvízellátás	10
2.2.3 Cirkulációs rendszer	10
2.2.3 Hidegvízellátás	11
2.2.4 Közműre kötött rendszerek.....	11
2.2.5 Nyomásfokozó berendezések	13
2.2.6 Rendszerkialakítás szempontjai.....	13
2.2.7. Vízellátás csőanyagai.....	14
2.4 Csatornázás általánosságban.....	15
2.4.1 Csőanyagok.....	15
2.5 Szennyvízelvezetés	16
2.5.1 Rendszerfelépítés szempontjai.....	18
2.5.2 Csőhálózat kialakítása	22
2.6 Esővízelvezetés.....	27
2.6.1 Hagyományos esővízelvezető rendszerek	27
2.6.2 Vákuumos esővízelvezető rendszerek	28
2.6.3 Szabványi előírások	30
2.6.4 Csapadékintenzitás meghatározása.....	30
2.6.5 Szabványi történeti elemzés	35

2.7 Országos településrendezési és építési követelmények.....	36
3. Épület bemutatása.....	39
4. Bemeneti adatok, tervezési határok	43
5. Vízellátás	45
5.1 Általános leírás	45
5.2 Csőanyag kiválasztása	46
5.3 Hidegvíz méretezés.....	49
5.3.1 Egy általános vendégszobára jutó csapolóegyenértékek:.....	51
5.3.2 Pincei alapvezeték	52
5.3.3 Galéria szintű alapvezeték	60
5.3.4 Konklúzió	60
5.3.5 Elegendő-e a hálózati nyomás?	60
5.3.6 Nyomásfokozó berendezés kiválasztása.....	62
6. Használati melegvíz.....	63
7. Cirkuláció	63
7.1 Csővezetés	64
7.2 Vezetékszakaszok hőveszteségei.....	64
7.3 Térfogatáramok meghatározása.....	66
7.4 Csőátmérők meghatározása	68
7.5 Cirkulációs szelep.....	69
7.6 Termikus fertőtlenítés.....	70
8. Csatornázás	71
8.1 Általános	71
8.2 Anyagválasztás	71
8.3 Szennyvízelvezetés	74
8.3.1 Szoba szennyvíz.....	74
8.3.2 Közösségi terek, alárendelt helyiségek.....	83

8.3.3 Technológiai szennyvíz	84
8.3.4 Alapvezeték	88
8.3.5 Kondenzvíz kérdése.....	94
8.5 Esővízelvezetés.....	95
8.5.1 Vizsgálat célja.....	95
8.5.2 Vizsgálati eredmények.....	95
8.5.3 Tervezési kiinduló adatok.....	99
8.5.4 Összefolyó kiválasztása	101
8.5.5 Rendszertervezés	102
8.5.6 Alapvezeték	103
9. Konklúzió	105
10. Összegzés.....	106
11. Summary.....	107
Köszönetnyilvánítás.....	108
12. Irodalomjegyzék	109
13. Ábrajegyzék.....	114
14. Rajzi melléklek	116
15. Melléklek	117

1. BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉS

A modernkori turizmus táptalaja az emberek utazási vágya, amelyet az egzisztenciális stabilitás, illetve az elérhető utazási eszközök, vendéglátó egységek sokasága biztosít. Az utazó vendégek többsége a belföldi, avagy nemzetközi utak során az úgynevezett Airbnb szolgáltatásokon túl még mindig a szállodák lehetőségével él az ott elérhető, változatos szolgáltatások okán. A folyamatosan növekvő utazások száma azt a tendenciát eredményezi, hogy a szállásadó helyeket versenyhelyzetbe szorítva egyre jobb átlagos minőség figyelhető meg a vezető iparágban. Tehát a verseny a szállodaláncok arra ösztönzi, hogy az az új építés esetében mind enteriőr, mind beltartalom – gépészeti-, elektromos rendszerek stb. – tekintetében a megfelelő, korszerű rendszereket alkalmazza.

a Diplomamunkám célja elsajátítani a vízellátásra, szennyvíz- és esővízelvezetésre vonatkozó szakági, lexikális, szabványbéli ismereteket. Ezen szakismereteket egybefogva és felhasználva korábbi tanulmányaim során megszerzett tudást, munkám végcélja egy Szállodaépület vízellátásának, szennyvíz- és esővízelvezetésének megtervezése a kiinduló paraméterek rögzítésével. Diplomamunkám megírása, illetve a tervek kidolgozása során alapvető célként tartottam szem előtt, hogy a tervezett épület épületgépészeti szakági megoldásai egyrészt feleljenek meg a mai kor technikai elvárásainak, a tervezett funkciónak, továbbá az építető igényeinek, valamint a létesítmény műszaki követelményeinek is. Mindezen igények kielégítése során törekedtem arra, hogy gazdaságossági szempontokat is figyelembe véve, a lehető legkorszerűbb, magas műszaki színvonalú, hosszútávon fenntarthatóan üzemeltethető, energia-hatékony rendszereket tervezek. Fontos szempontnak tartottam, hogy a majdan üzemelő épület a lehető legkevesebb fosszilis és elektromos energiát vegye ki a települési közműhálózatokból, a használat költségein túl a környezet terhelést is csökkentendő.

Az előttem álló feladatok közé tartozik Budapest csapadékmennyiségére, csapadékintenzitására vonatkozó éghajlati adatok vizsgálata és összegzése. Szükségességét az elavult, nem túlzottan konkrét szabványi tervezési alapadatok jelentik, valamint a napjainkban megfigyelhető klímaváltozással szoros összefüggésben lévő nagy intenzitással leeső csapadékvolumen megjelenése. Ezen vizsgálatokat elvégezve minőségi javulást várok az általam tervezett rendszer végeredményében, hiszen azt már az aktuális, pontos kiindulási alapadat felhasználásával érem el.

2. IRODALOMFELDOLGOZÁS

2.1 Szállodákról általánosságban

2.1.1 Szálláshelyek, szállodák helye az Unióban

Jelen pillanatban a 239/2009. (X.20.) Kormány rendelet – mely a szálláshely-szolgáltatási tevékenység folytatásának részletes feltételeiről és a szálláshely-üzemeltetési engedély kiadásának rendjéről szól – határozza meg a szálloda, mint létesítmény fogalmát. A rendeletben megfogalmazottak szerint a szálloda *„az a kizárólag szálláshely-szolgáltatás folytatása céljából létesített szálláshelytípus, amelyben a szálláshely és reggeli szolgáltatása mellett egyéb szolgáltatásokat is nyújtanak a szálláshely-szolgáltatás keretében, és ahol a hasznosított szobák száma legalább tizenegy”*. (239/2009. (X.20.) Kormány rendelet)

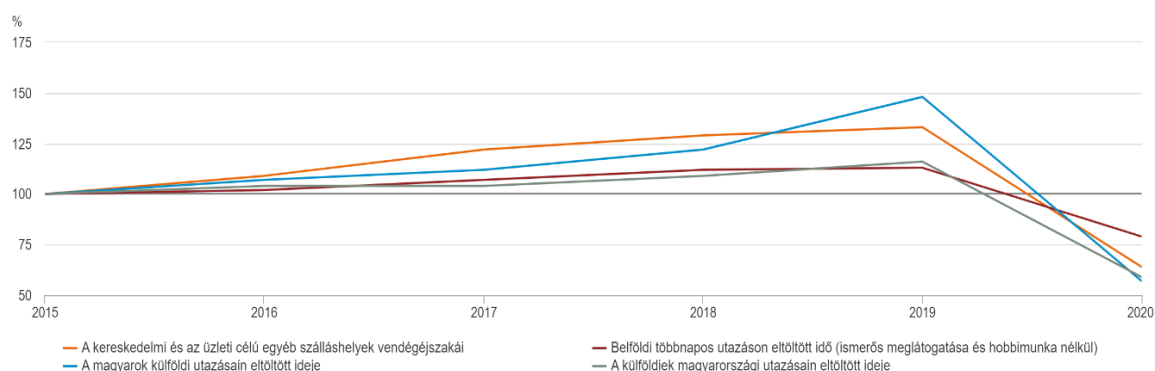
A Központi Statisztikai Hivatal 2020-ban kiadott helyzetképe alapján, amely a 2019-es évre vonatkozik a szálláshelyek által regisztrált vendégéjszakák száma az Európai Unióban 2019-ben elérte a 3,2 milliárdot, ami 2,3%-os növekedést jelent az előző évhez képest. A folyamatos bővülés legnagyobb mértéke a belföldi vendégek által eltöltött éjszakák számának emelkedése volt, ami nagyobb arányban járult hozzá a növekedéshez, mint a külföldi vendégek eltöltött éjszakái. Spanyolország volt 2019-ben az Európai Unió legnépszerűbb turisztikai célpontja, amelyet vendégéjszakák száma alapján Franciaország, Németország, Olaszország és az Egyesült Királyság követett. Az összes tagállamban emelkedett a regisztrált vendégéjszakák száma 2019-ben, a legnagyobb növekedést Szlovákiában, Litvániában és Írországból tapasztalták. Csak Luxemburgban, Máltán és Görögországban volt csökkenés 2018-hoz képest. Magyarországon 33 millió vendégéjszakát rögzítettek kereskedelmi és nem üzleti célú szálláshelyeiken 2019-ben, ami 0,8%-kal magasabb volt az előző évinél.

A visegrádi négy ország (Szlovákia, Lengyelország, Csehország és Magyarország) vendégforgalma 2019-ben 2 százalékponttal haladta meg az uniós átlagot: Szlovákia 13%-os növekedésével kimagasló eredményt ért el az uniós tagországok között, míg Lengyelországban 5,0, Csehországban 2,6%-kal nőtt a vendégéjszakák száma. (KSH, 2020)

Azonban 2020 márciusában az Egészségügyi Világszervezet által világiárvánnyá nyilvánított Covid19 pandémia mindent megváltoztatott a turizmus világpiacán. A

koronavírus járvány megmutatta a magyar turizmus sebezhetőségét. Az egyik legnagyobb hatása a világjárványnak a nemzetközi turizmus esése, majd teljes leállása volt. Az országok a határok bezárásával, a légi utazási lehetőségek korlátozásával és kijárási korlátozásokkal igyekeztek lassítani a vírus terjedését. A hazai turizmus fejlődése jelentősen visszaesett a járvány miatt, sok kereskedelmi szálláshely pedig március második felében bezárta kapuit.

Az 1. ábra szemlélteti, hogy Magyarországot turisztika szempontból hogyan sújtotta a pandémia. A KSH közölt adatai alapján a koronavírus előtti évhez képest 57%-kal esett vissza a vendégéjszakák száma, a lakosság 37%-kal kevesebb belföldi utazást foglaltak, a külföldi utazások pedig több, mint felére csökkentek.



1. ábra – Egyes turisztikai mutatók változása (KSH, 2021)

A turizmus modern korában 2020-ban legelőször fordult elő az, hogy az országok 95%-a egészségügyi szempontból kockázatos desztinációnak minősült (KSH, 2021). Közel három év elteltével a KSH adatai szerint a turizmus fellélegezni, regenerálódni látszik. Ezt a turisztikai egyenleg is igazolja, amely 2019-ben 1340 milliárd Forint volt, 2020-ban felére csökkent 650 milliárd Forintra, majd 2022-re a 2023 áprilisában közölt adatok alapján már 1228 millió Forintra növekedett a turisztikai egyenleg. (KSH, 2023)

2.1.2 Szállodák kategorizálása

A 239/2009. (X.20.) jogszabály 3. paragrafusának 3. bekezdésének értelmében a szálláshelyminősítési tevékenység feladatát, szállodák kategorizálását a Magyar Turisztikai Minőségtanúsító Testület Nonprofit Korlátolt Felelősségű Társaság látja el. (239/2009. (X.20.) Kormány rendelet)

Az eddigi eljárásrend és jogszabályok alapján a szálláshelyek önkéntesen igényelhetnék meg a kategorizálást. Ezt váltja fel a kötelező érvényű új szálláshely-minősítő rendszer, amely egy egységet ad országosan és nemzetközi, főleg Európai Unió szinten. A szervezet és új jogszabályok célja egy olyan egységes keret- és kritériumrendszer létrehozása és üzemeltetése, mely segítségével megbízható információt nyújt minden hotel minőségéről.

A már kategorizált panziók és hotelek esetében a védjegyek érvényesség nem vész el, azokat az új rendszerben igazolni szükséges az előírások alapján elektronikus formanyomtatványokon keresztül.

Új szálláshely létesítése esetén a minősítés folyamata az alábbi lépésekből áll össze:

1. Regisztráció
2. Minősítés megindítása, önértékelés
3. Helyszíni ellenőrzés
4. Elbírálás és döntési folyamat
5. Kiértékelés
6. Minősítést igazoló dokumentációk megküldése/átvétele
7. Panasz (opcionális)
8. Eseti ellenőrzés (opcionális)

A követelményrendszer alapjait a Hotelstars Union brüsszeli székhelyű szervezet adja. A 2009-ben alapított Hotelstars Union kitűzött feladata, hogy egyesítse a szállodacsillagokat az európai égbolton és összehasonlíthatóvá tegye őket. A szervezetet a Magyar, a Cseh, a Holland, a Német, az Osztrák, a Svájci és Svéd Szállodaszövetség alapította, amely mára már időközben 20 tagországgá nőtte ki magát Európa-szerte. A HSU középpontjában a harmonizált szállodai besorolás áll, közös kritériumokkal és eljárásokkal annak érdekében, hogy a vendég számára átláthatóságot és biztonságot teremtsenek, ugyanakkor erősítsék a szállodaipar és ezáltal a szállodamarketing hírnevét, minőségét.

A jelenlegi kritériumrendszer 2021 és 2025 között hatályos, amely 247 szempontot vesz figyelembe az értékelés során. Minden egyes kategóriában meg van határozva az adott szempontoknál a minimum követelmény például 3, 4 és 5 csillagos kategóriában a minimum követelmény a rugalmas ágybetét legalább 18 centiméter vastag matracral, de ez 1 és 2 csillag esetén már csak 13 centimétert jelent – itt már rugalmas ágybetét nem feltétel.

Diplomamunkám témájaként szolgáló hotel a Radisson Szállodalánc tagja, amely annak tervezési programja szerint 4 csillagos kategóriájú létesítmény. A HSU szervezet a

weboldalán tette közzé a kategóriánként a feltételeket, 4 csillag esetén a fő pontok a feltételstruktúrából kiragadva:

- 16 órás személyzettel ellátott portaszolgálat, elérhető online vagy telefonos kapcsolat segítségével a nap 24 órájában
- Lobby ülésekkel és italszolgáltatással, szállodai bárral vagy társalgóval
- Svédasztalos reggeli szolgáltatással vagy azzal egyenértékű reggeli menükártyával
- Minibár vagy maxibár vagy 16 órán át tartó italszolgáltatás a szobaszervizen keresztül
- Kényelmes ülőgarnitúra (kárpitozott fotel/dívány) oldalsó dohányzóasztallal/polccal
- Igény szerint fürdőköpeny és papucs
- Kozmetikai termékek (pl. zuhanysapka, körömrészelő, pamut törülközők), sminktükör, nagy tárolófelület a fürdőszobában
- Nemzetközi tévécsatornák

Ezen a 8 ponton felül természetesen a 247 pont valamennyiének meg kell felelnie a szálláshelynek a 4 csillag elérésének érdekében.

(Hotelstars Union, 2020), (Magyar Turisztikai Minőségtanúsító Testület, 2023)

2.2 Vízellátás

Ha vízellátásról van szó, azon belül is arról a típusról, amely emberi fogyasztás kiszolgálására alkalmas, akkor a legelső téma, amely felmerül bennem az a Legionella baktériumok kérdése.

2.2.1 Legionella

Jogi szinten a legionella témakörével a 49/2015 (XI. 6.) számú Emberi Erőforrások Minisztérium által kibocsátott rendelet foglalkozik, amely egy közegészségügyi előírás azon közegekre és létesítményekre vonatkozólag, amelyek a Legionella baktérium által okozott fertőzésekre nagy kockázatot jelentenek. (49/2015. (XI.6.) rendelet)

Mi is az a Legionella?

A Legionella baktérium okozza a legionellózist, amely egy esetenként halálos kimenetelű, légúti betegségsorozat. A legionellózist először az 1970-es években diagnosztizálták az Egyesült Államokban. A baktérium nedves környezetben, természetes vizeinkben kis mértékben, de megtalálható, ugyanakkor az emberiség olyan komfort közegeket hozott létre, amelyek azok szaporodását különösen elősegítik. Különböző források különböző minimális, maximális hőmérsékleteket, hőmérséklettartományokat adnak meg arra vonatkozólag, hogy mely tartományokban, hogyan viselkedik a Legionella. Az Nemzeti Népegészségügyi Központ szerint a szaporodás 20-50 °C-os vízhőmérséklet között ideális, 20 °C alatt nem szaporodik, „alvó” helyzetben van a Legionella. 60 °C-os értéket túllépve a baktériumok elpusztulnak.

Az Egészségügyi Világszervezet szerint:

- 70 °C fölött - azonnal elpusztul
- 60 °C-on - 2 percen belül elpusztul a 90%-a
- 50 °C-on - 80-124 perc alatt elpusztul a 90%-a
- 48-tól 50 °C-ig – nem szaporodik tovább, de még életben marad
- 32-től 42 °C-ig – ideális hőmérséklet a gyarapodásra
- 25-től 45 °C-ig - gyarapodik
- 20 °C alatt – életben maradhat, de nyugvó fázisban

Belátható, hogy a Legionella koncentrációjának megnövekedése a legionellózis betegség kialakulásának kockázata arányos összefüggésben állnak egymással. 2022-re már 61 fajta azonosítottak be, ebből 25 igazoltan az emberi betegségeket előidéző variáns.

A Legionella által kialakuló betegség nem emberről emberre terjed, hanem a baktériumot tartalmazó közeg belégzésével, aspirációjával legritkább esetben közvetlen érintkezéssel. A legionellózis leggyakrabban az aeroszol belégzését következtében alakul ki, ezért a megbetegedést okozó összetevők legfontosabb eleme a baktériumot tartalmazó mikrovízecsepp. A betegséget tekintve a kockázatos méretű vízcsepp az 5 mikrométernél kisebb aeroszol, mivel ez a méret az, amely a legmélyebben képes a tüdőjáratokba eljutni.

Tárgyi rendelet végsősoron a Nemzeti Népegészségügyi Központ által kiadott módszertant írja le, annak betartatását írja elő. Ezek alapján Legionellára kockázatot jelentő közegek, létesítmények esetén a feladatok:

1. Kockázatbecslés
2. Monitoring
3. Kockázatkezelés

(Dr. Khayer et al. 2021), (Bartram et al. 2007), (Barna, 2018)

2.2.2 Melegvízellátás

Vízellátás fejezetében külön a melegvízellátással nem foglalkozom, dolgozatom tárgyát, kitűzött céljait nem érinti oly mértékben, mint például a hőtermelő berendezés kiválasztása, melegvíztárolók kiválasztása, biztonsági berendezések. Azonban melegvízellátásnál fontos megkülönböztetni az alábbi típusokat:

- a) termálvíz
- b) önálló melegvíz-termelő
- c) helyi- és központi vízmelegítő
- d) távhő

(Ballai - Marton, 1977.) (Erdősi, 1981)

2.2.3 Cirkulációs rendszer

Vízellátás, azon belül a használati melegvízellátás rendszeréhez közvetlenül csatlakozó, elemi létfontosságú rendszer a cirkulációs hálózat. Kónya is felveti a kérdést, hogy szükséges-e vagy sem. Véleményem egyezik az övével, miszerint a korrekt elszámolás, baktériumok kiirtása, energiahatékonyság érdekében szükséges beruházni erre a rendszerre. Azonban a rendszer kialakítása mindhiába, ha a HMV rendszer nincsen megfelelően hidraulikailag méretezve, nincsen a cirkulációs rendszer beszabályozva, esetleg, ha be van, akkor pedig rosszul.

A hálózat feladata lehűlés ellenében a közel állandó hőmérsékletű melegvíz biztosítása a csapolókon.

Bevált szokás volt korábban, hogy a cirkulációs vezeték mérete egy vagy két mérettel volt kisebb a vele párhuzamosan futó melegvíz méretéhez képest. Továbbá a rendszer

elhagyható volt, ha a melegvíz térfogata a melegvíz-termelő berendezéstől a csapolóig kevesebb mint 10 liter. Olyan kitétel is előfordult a gyakorlatban, hogy a melegvíz csúcsfogyasztás 10%-át keringtették.

Ezzel szemben a mai, korrekt méretezési menet a következő:

1. HMV nyomvonalának és dimenzióinak meghatározása
2. Csatlakozási pontok kialakítása
3. HMV megengedett lehűlésének kiválasztása
4. Hővesztések meghatározása
5. Cirkulációs tömegáramok kiszámítása
6. Cirkulációs átmérők megválasztása
7. Nyomásvesztések felismerése
8. Szivattyú, szabályzó szelep választása

(Kónya, 2008), (Szánthó, 1999), (Ballai – Marton, 1977), (DVGW W553, 1998)

2.2.3 Hidegvízellátás

Az olyan létesítményeket, amelyek alkalmasak ideiglenesen vagy állandó jelleggel emberi tartózkodásra, azokat ivóvízrendszerrel szükséges ellátni.

Amennyiben az épület rendelkezik megfelelő hálózati nyomású közműrendszerrel, akkor a vízszükséglet a közműhálózatról szükséges ellátni, ellenkező esetben saját vízforrás után kell nézni, ilyen például a fűtő kút. Tehát a vízellátásnak két fő csoportja van:

- közműre kötött vízellátó rendszer
- saját vízforrású vízellátó rendszer

Diplomamunkám során az előbbi struktúra a mérvadó, csak annak részletezésével foglalkozom. (Ballai - Marton, 1977.)

2.2.4 Közműre kötött rendszerek

Napjainkban az új beruházások számával – mind lakóépület, mind irodaház – minőségi és mennyiségi fejlődési tendencia írható le. Ez a rohamos fejlődés az emberi életszínvonal

növekedésével hozható közvetlen kapcsolatba, általa igen komoly feladat előtt áll Magyarország közüzemű vízellátása. Ennek értelmében a mai napon hatályos, egészen 2024. év elejéig a 2011. évi CCIX. törvény került kiadásra, amely a vízközműszolgáltatásra vonatkozó törvény.

E jogszabály meghatározza a vízközműszolgáltatással kapcsolatban az alapvető jogokat és betartandó kötelezettségeket, a hazai víz-vagyonvédelmet, az igények és fejlődési direktíva teljesítésének céljait, fogyasztóvédelem feltételeit, továbbá mindezek megvalósításához szükséges eszközöket.



2. ábra - Szolgáltatási területek (Fővárosi Vízművek, 2018)

Jelen pillanatban a Fővárosi Vízművek elérhető közérdekű adataiból a legfrissebb éves jelentés a 2018. évi jelentés. A beszámoló szerint 2018-ban Budapest és agglomerációja 5363 kilométer vízhálózattal, évente 166 millió köbméter víztermeléssel, 766 ivóvíztermelő kúttal, 2 víztisztító művel rendelkezik, s ez a szám nagy valószínűséggel 2023-ra még tovább növekedett.

Épületek vízellátásánál a leggyakrabban előforduló eset amikor is a hálózati nyomás elegendő a csúcsterhelés kiszolgálására, főleg családi házas övezetekben. A tervezési feladatom esetén a fogyasztói igény, az épületmagasság nagy valószínűséggel megköveteli a nyomásfokozó szivattyús rendszer kiépítését, ezért következő fejezetben annak felépítésével foglalkozom. (Fővárosi Vízművek, 2018), (2011. évi CCIX. törvény)

2.2.5 Nyomásfokozó berendezések

Létesítmények magasan elhelyezkedő csapolóin az esetek többségében a hálózati nyomás nem elég a kifolyási nyomás fedezésére. Ezen esetek megoldására légüstös nyomásfokozó szivattyútelepet szükséges beépíteni a rendszerben hiányzó nyomás kipótlásához.

Nyomásfokozó berendezések telepítésénél, tervezésénél egy úgynevezett „by-pass” ágot, azaz megkerülő ágot kell kialakítani, hogy amikor is a bejövő betápláló közművezetéken elegendő adott pillanatban a nyomás, az közvetlenül kiszolgálhassa az ívóvízhálózatot. Ezen felül, amely a „by-pass” ág feladata a nyomásfokozó berendezés cserélési lehetőségének biztosítása – megnyitva a „by-pass” ágot, kizárva a nyomásfokozó berendezést, azon keresztül ideiglenesen ellátható a rendszer a hálózati vízzel. Továbbá a nagy nyomású közeg visszaáramlásának megelőzése érdekében visszacsapó szelepet szükséges kiépíteni.

Magát a berendezést az esetek túlnyomó részében a pince szinten helyezik el, abban a helyiségben, ahol a közmű becsatlakozás történik meg. Ennek az elrendezésnek a legnagyobb előnye, mert a hozzáfolyás így a legalacsonyabb hálózati nyomás mellett is megtörténik. (Ballai – Marton, 1977)

2.2.6 Rendszerkialakítás szempontjai

Hálózat kialakítására vonatkozó jelentős szempontok épületen belüli vezetékszakaszokon:

- alapvezeték lehetőség szerint pincében, mennyezet alatt vezetve
- minden szakasz üríthető legyen, nagyobb rendszer esetén több ürítési ponttal
- olyan helyiségben kell közlekedni a nyomvonallal, ahol a belső hőmérséklet $+2^{\circ}\text{C}$ alá nem esik
- fagyveszélyes helyeken kísérőfűtésről kell gondoskodni
- külső szerkezeti falban, kéményben, légszűrőben nem szabad csövet vezetni
- strangvezeték alapvezetékbe való csatlakozásánál elzárószerelvényt és ürítőszerelvényt szükséges beépíteni az ürítés megvalósíthatósága érdekében
- strangelzárók elhelyezését illetően, csak hozzáférhető helyen szabad beépíteni

(Kereszty, 1995), (Erdősi, 1981), (Menyhárt, 1978), (Ballai – Marton, 1977), (Tóth, 1984)

2.2.7. Vízellátás csőanyagai

Vízhálózatok kialakításakor magától értetődően arra törekszünk, hogy a csúcspozíció idején a megfelelő vízmennyiséget szállítsa a rendszer a csapolókhoz, mindezt folyamatosan, nyomásingadozás nélkül. A jól megválasztott, megtervezett rendszer egyik alappillére a helyes csőanyag megválasztása. Alapanyagaként csak és kizárólag olyan anyag választható, amely nem rontja az ivóvíz minőségét. Ezen felül az adott rendszernyomásnak is ellen kell állnia. Ilyen anyagok lehetnek:

- a) öntöttvas nyomócső
- b) azbesztcement nyomócső
- c) horganyzott acélcső
- d) ólomcső
- e) rézcső
- f) műanyagcső

(Menyhárt, 1978)

Rác László épületgépész mérnök tanár ad támpontot a magyar szakirodalomban a modernkori anyaghasználatra 2014-ben kiadott mestervizsgára felkészítő jegyzetében, valamint könyvsorozatának hetedik kötetében, a „Vízellátás, csatornázás” könyvében. Mára már a könnyen és gyorsan szerelhető, ezzel egyetemben időtálló vízvezetékrendszereket alakítunk ki. Rác szerint a két fő csoport:

1. Fém alapanyag – rézötvözetek, rozsdamentes acél alapú csőrendszerek
Rézcsöves technológia előnye a kevés célszerszám alkalmazása, rozsdamentes acél alapú rendszerek tartós kötést biztosítanak a megfelelő szerelési utasítás betartása mellett.
2. Többrétegű műanyag csőrendszerek
Rugalmas alapanyag, mindemellett hőálló és nyomásálló, valamint műanyag lévén korrózióálló. Ahhoz, hogy a gyártók ezen tulajdonságokat elérjék több és különböző anyagok kombinálnak, ezért a többrétegű műanyag elnevezés.

(Rác – Rabi, 2014), (Rác, 2020)

2.4 Csatornázás általánosságban

A modernkori városépítés elengedhetetlen és az egyik legfontosabb szereplője a csatornázás, szennyvízelvezetés megoldása. A csatornázás fő feladata a vízművek által mind a lakosságnak, mind az ipari területeknek szolgáltatott elhasznált víz elvezetése, továbbá az esővíz elvezetése. (Szablya, 1982.)

A szennyvíz keletkezési helye szerint lehet házi-, ipari szennyvíz, talaj- és forrásvíz, valamint csapadékvíz, valamint Cséki István megkülönböztetendő az egyesített és az elválasztott csatornázási rendszer.

Az egyesített rendszerű csatornázás esetén a nevéből is adódóan a szennyvíz- és a csapadékvíz egy közös csőhálózatba folyik el, közös tisztítóaknába kerülnek az épületek kívül, az utcákban a föld alá fektetett közcsatorna is egyesítetten vezeti el a szenny- és csapadékvizeket. Az Épületgépészet a gyakorlatban című kötetsorozat 2004-ben úgy hivatkozik, hogy például Budapest csatornái ily módon épületek, azonban ez mára már közel sem igaz. Napjainkban többnyire már elválasztó rendszerű hálózatok kerülnek kialakításra a fővárosban, ez azt jelenti, hogy a szennyvizeket és csapadékvizeket is különálló csőhálózatok vezetik el. Ennek okán már az épületen belül szét kell választani a rendszereket. (Bánhidi et al. 2004)

2.4.1 Csőanyagok

A gyártói előírások harmonizálnak a szabványi előírásokkal, így az irányelv is azt írja le, hogy minden anyagbeépítés, rendszerkialakítás a gyártói szabályok alapján készüljenek el. Az alábbi anyagok széles körben és sikeresen alkalmazhatók csapadékvíz elvezetésében. Különböző fizikai jellemzőkkel rendelkeznek, amelyeket figyelembe kell venni az előkészítés, szerelés és a rögzítés során. Olyan anyagokat kell használni, amelyek lehetővé teszik, hogy a rendszer ellenálljon a maximális terhelésnek, továbbá amelyek ellenállnak a galvánkkorróziónak.

- a) Alumínium
- b) Szálcement
- c) Öntöttvas
- d) Réz

- e) Üvegszál erősítésű műanyag
- f) Ólom
- g) Alacsony széntartalmú acél
- h) PVC-U
- i) Rozsdamentes acél
- j) Cink
- k) Polietilén

(MSZ EN 12056-3, 2001)

Napjaink épületen belüli csatornázásra beépített csőalapanyagaira többek között Ráczi mérnök tanár ad támpontokat. A modernkori épületgépészetben lefolyócsőként műanyagcsövek jöhetnek szóba, amelyek alkalmazásukkor 0°C alá nem hűlnek le, benne közlekedő közegek hőmérséklete nem több mint 60°C.

- a) KG PVC
- b) KA PVC
- c) Polietilén
- d) Polipropilén
- e) ACO rozsdamentes csőrendszer

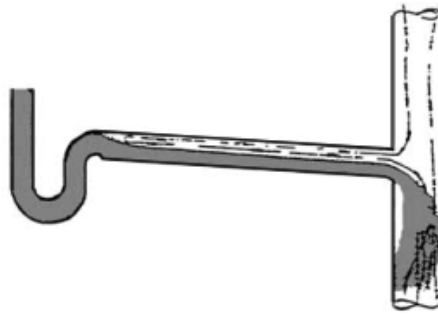
(Ráczi – Rabi, 2014), (Ráczi, 2020)

2.5 Szennyvízelvezetés

Az épületen belüli szennyvízelvezető rendszer azokat a szanitereket, padlóösszefolyókat, technológiai eszközöket szolgálja, amelyekből szennyvíz származik. Az optimális szennyvízelvezetéshez meg kell tartani az optimális töltöttségi szintet és a megfelelő áramlási sebességet, amely biztosítja az öntisztulás képességét. Valamennyi létesítmény esetén várhatóan az üzemi idő jelentős szakaszában a szennyvízelvezető csatornát levegő telíti meg. Ebben az esetben a levegő a szennyvízáramlási iránnyal ellentétes irányban áramlik a csatornában, ami biztosítja a rendszer állandó szellőzését. Abban az üzemi állapotban, amikor a szennyvíz lefolyik a rendszeren keresztül, az a csatornában lévő átszellőztető levegőt olyan áramlásra kényszeríti, hogy a nyomásviszonyok egyes helyeken a légköri nyomástól eltérnek. Tehát a lefolyórendszerben túlnyomások és depressziók léphetnek fel, ezért a rendszer kialakításakor biztosítani kell a folyamatos kapcsolatot a

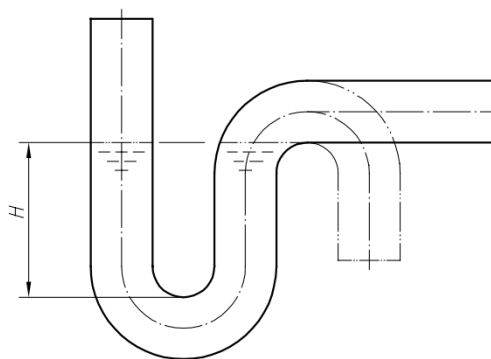
léggörrel, amikor a szennyvíz lefolyásakor az egyik végén a nyomásnövekedést okozó levegő eltávozik, másik végén pedig a nyomáscsökkentésre levegő kerül a rendszerbe. Épületen belüli rendszer kialakítása során a végpontoknál a vezeték lejtésével ellentétes irányú áramlások káros hatása elleni védelem meghatározása (az eseten nagy többségében visszatorlódásgátló eszköz segítségével) szükséges.

A fent leírtakat szemléletesen az alábbi illusztráció ábrázolja:



3. ábra - Ágvezetékek légképe (Lehmann, 2007)

A berendezési tárgyból – például mosdó – keletkezett szennyvíz a vízszintes lejtésben lévő ágvezetéken keresztül jut a lefolyórendszerbe, azaz az ejtővezetékbe. A berendezési tárgyhöz csatlakozik közvetlenül a vízzárral rendelkező szifon, ez akadályozza meg a levegő visszaáramlását a szaniter felé, meggátolva az azzal együtt terjedő bűz visszajutását. A lejtéssel adott megfelelő áramlási sebességen felül pedig biztosítani kell az ejtővezeték levegővel való visszapótlását. A kivitelezést megelőző tervezéskor a legfontosabb szempont az ágvezeték kialakításánál, hogy kerüljük a túl hosszú vízszintes-függőleges szakaszokat, a túl nagy számú iránytöréseket hiszen ezáltal a levegő nem tud folyamatosan visszapótlódni a rendszerbe, depresszió alakul ki. Következésképpen a függőleges vízzár nem képes feladatát ellátni. (Lehmann, 2007)



4. ábra - Vízzár kialakítása (BS EN 21057-2:2000)

Szabványi előírás szerint (amely szabványt a következő fejezetben részletezek) a vízzár magassága nem lehet 50 mm-nél kisebb. (BS EN 12056-2:2000)

2.5.1 Rendszerfelépítés szempontjai

A hatályos vízvezető rendszerekre vonatkozó szabvány a több mint 20 éve közzétett európai szabvány alapján elkészített MSZ EN 12056 számú magyar szabványsorozat. Öt részben ad javaslatokat, iránymutatást az épületeken belüli csatornaberendezések tervezésére, kialakítására és üzemeltetésére vonatkozólag.

MSZ EN 12056:2001 Gravitációs vízvezető rendszerek épületen belül.

1. rész: Általános és teljesítményi követelmények
2. rész: Szennyvízcsövezeték, kialakítás és számítás
3. rész: Csapadékvíz-elvezetés, kialakítás és számítás
4. rész: Szennyvízáttemelő berendezések. Kialakítás és számítás
5. rész: Kivitelezés és vizsgálat, üzemeltetési, karbantartási és használati utasítások

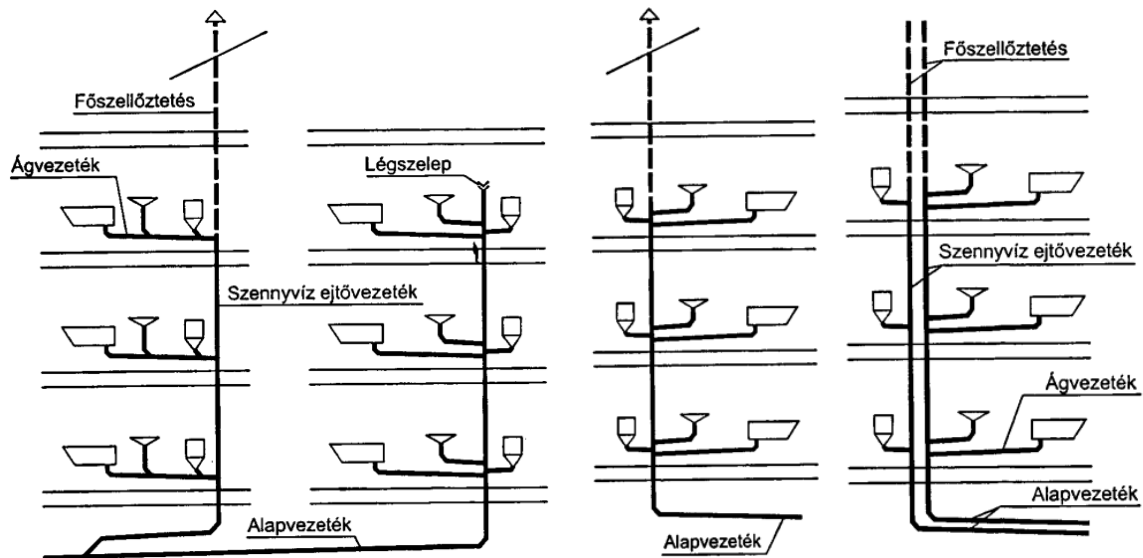
A mérnöki gyakorlatban korábban használatos MSZ 04-134:1994 szakági szabványt váltotta a szabványsorozat. Általa egy sokkal részletesebb, korszerűbb és sematizált útmutatáshoz jutok hozzá. (Révai – Barna, 2011)

Az MSZ EN 12056 szabványsorozat a szennyvízvezető rendszereket négy kategóriába osztályozza:

- I. rendszer: Egyesített elvezető rendszer, amely azt jelenti, hogy a WC-ből, illetve vizeldéből keletkezett szennyvíz a többi vizes (például mosdó, zuhany) berendezés szennyvizével együtt távozik el. Előbbi fekete, utóbbi szürke szennyvíznek is nevezhető. Ezen kategória alá tartozó rendszerek töltési foka 50%.
- II. rendszer: Elvi működésében megegyezik az I. kategóriával, azonban töltöttségi foka 70%.
- III. rendszer: Működésben szintén az I. rendszerrel megegyező, azonban teli töltöttségű ágvezetésekből épül fel, tehát a töltési foka 100%.

IV. rendszer: Ezen rendszer esetén a fekete és szürke szennyvíz szétválasztott ágvezetékeken keresztül áramlik el.

(Révai – Barna, 2011)



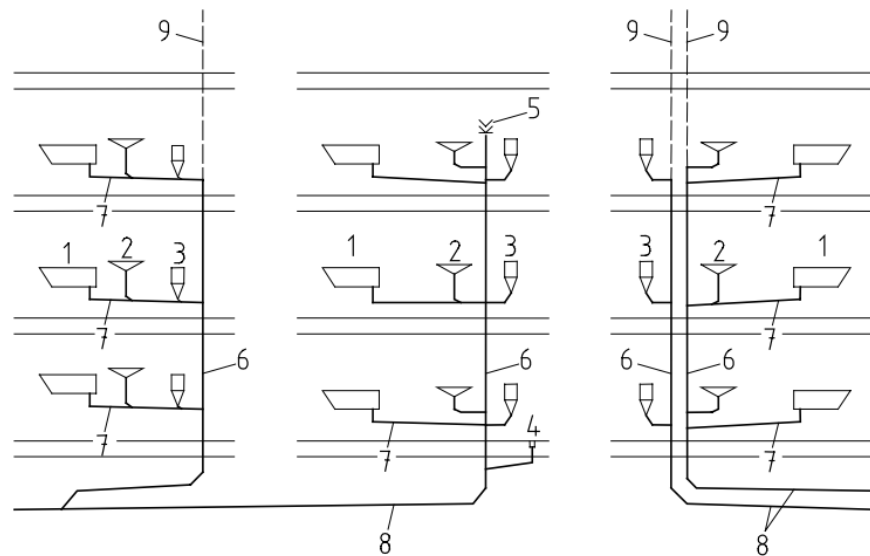
5. ábra - A rendszertípusok sematikus ábrázolása (Lehmann, 2002)

Lehmann János szerint megvizsgálva a korábban hatályos MSZ 04.134 szabvány segítségével tervezett és kivitelezett rendszereket, akkor az a tényállás állapítható meg, hogy a hazai szennyvízelvezetési rendszereink az új MSZ EN 12056-os szabványsorozat szerinti I. számú kategóriával mutat egyezést, tehát döntő többségben a fekete és szürke szennyvíz egyesítve kerül elvezetésre, közel 50%-os töltöttségi fok mellett.

(Lehmann, 2002), (Lehmann, 2007)

A szabványsorozat Európán belül egy egységes keretrendszert biztosít a vízvezetés megtervezéséhez, kivitelezéséhez és üzemeltetéséhez. Összehasonlítva a brit BS EN 12056-os szabványt és a magyar MSZ EN 12056-os szabványt, alapjaiban valóban egyezést mutatnak. Ez az egységes irányelv rendszerkialakítás szempontjából a töltési fokon, illetve a fekete és szürke szennyvíz elválasztásán túl megkülönbözteti a szellőztetett és nem szellőztetett rendszereket. Az alapvetés, hogy kontrolálni lehessen a levegő megfelelő áramlását a kellemetlen szagok visszaáramlásának kiküszöbölése végett.

1. Főszellőztetéssel ellátott rendszer

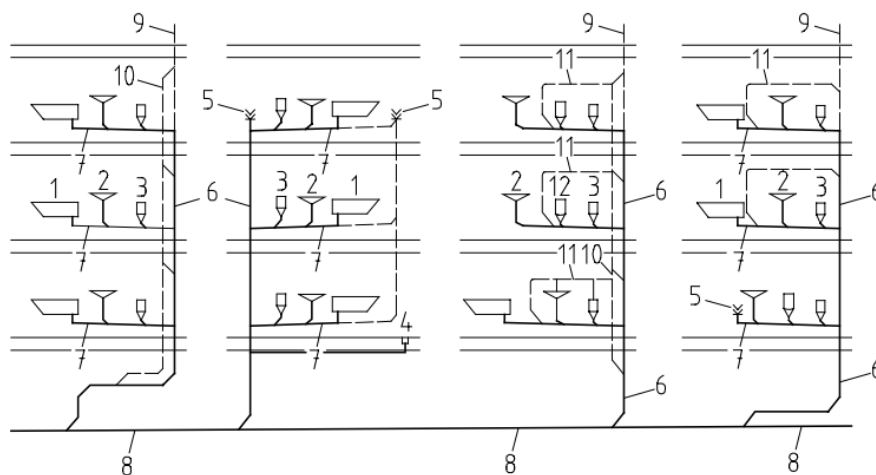


6. ábra - Főszellőztetéssel ellátott rendszer felépítése (BS EN 12056, 2000)

[1] kád, [2] mosdó, [3] WC, [4] padlóösszefolyó, [5] légbeszívószelep, [6] ejtővezeték, [7] ágvezeték, [8] alapvezeték, [9] szellőzővezeték

A nyomás szabályozása a vezetékben az ágvezetékben és a légbevezető ágban lévő levegőáramlással érhető el. Alternatív megoldásként légbeszívószelep is használható.

2. Mellékszellőztetéssel ellátott rendszer

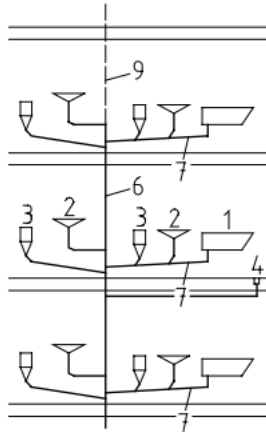


7. ábra - Mellékszellőztetéssel ellátott rendszer felépítése (BS EN 12056, 2000)

[1] kád, [2] mosdó, [3] WC, [4] padlóösszefolyó, [5] légbeszívószelep, [6] ejtővezeték, [7] ágvezeték, [8] alapvezeték, [9] szellőzővezeték, [10] mellékszellőző vezeték, [11] ágvezeték szellőztető vezetéke

A nyomás szabályozása a rendszerben egy különálló kiszellőző vezetékkel vagy egy önálló kiszellőző vezetékbe becsatlakozott légbeszívásra használatos ágvezetékkel érhető el. Alternatív megoldásként ezen típusnál is alkalmazható a légbeszívószelep.

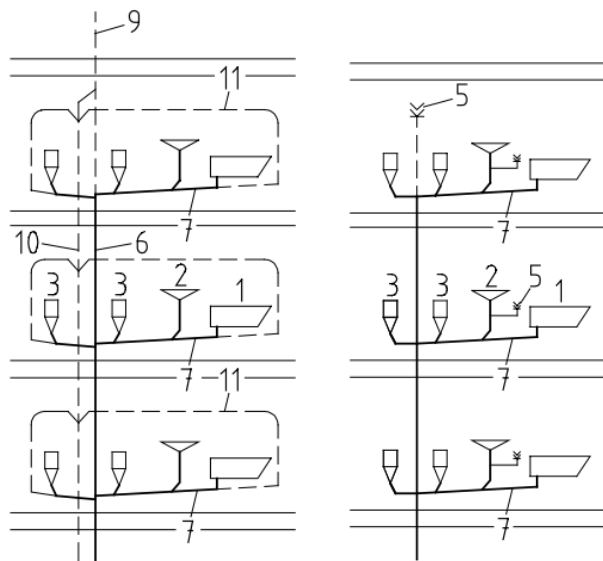
3. Szellőztetés nélküli rendszer



8. ábra - Szellőztetés nélküli rendszer (BS EN 12056, 2000)
 [1] kád, [2] mosdó, [3] WC, [4] padlóösszefolyó, [5] légbeszívószelep, [6] ejtővezeték, [7] ágvezeték, [9] szellőzővezeték

Külön kiszellőző vezetékkel nem rendelkezik ez a típus. A hálózatban létrejövő nyomások egyensúlyát az ágvezetékbe kerülő levegő alakítja ki.

4. Szellőztetett ágvezetékű rendszer

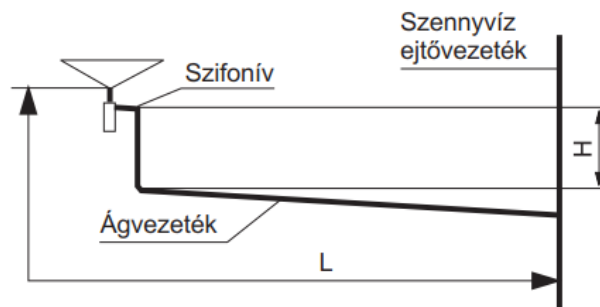


9. ábra - Szellőztetett ágvezetékű rendszer felépítése (BS EN 12056, 2000)
 [1] kád, [2] mosdó, [3] WC, [4] padlóösszefolyó, [5] légbeszívószelep, [6] ejtővezeték, [7] ágvezeték, [9] szellőzővezeték, [10] mellékszellőztetés, [11] ágvezeték szellőztetése

A nyomás szabályozása a szennyvízelvezető rendszerben az ágvezetékek külön kiszellőztetésével érhető el. Alternatív megoldásként légbeszívószelep is használható.

(BS EN 12056, 2000)

A korábban leírt MSZ EN 12056-2 szabványban foglalt I. kategóriájú szennyvízelvezetés esetén a rendszer telítettsége – amely 50%-os érték – adott vezetékhoz, adott iránytörésekkel megfelelően biztosítja az ágvezetékben történő levegő visszapotlását, maximális kiterheltség esetén is.



10. ábra - Szellőztetés nélküli ágvezeték korlátai (Lehmann, 2007)

Szellőztetés nélkül kialakítható azon ágvezeték – adott szanitertől az ejtőig tartó szakasz –, amelynek a szabvány szerint átmérőtől függetlenül I. jelű rendszer esetén maximális hossza 4 méter (L), 90°-os iránytöréseinek száma a szifonívon kívül 3 darab, bukószakasza (H) maximálisan 45°-os és 1 méteres, minimális lejtése 1%-os.

(Lehmann, 2007) (MSZ EN 12056-2, 2001)

2.5.2 Csőhálózat kialakítása

A szennyvízelvezető csőhálózat első eleme az ágvezeték. Ágvezeték a rendszerek túlnyomó többségében szellőztetéssel vagy szellőztetés nélkül alakíthatók ki. Dolgozatomban csak a szellőztetés nélküli változatra térek ki műszaki megoldási megfontoltságok miatt.

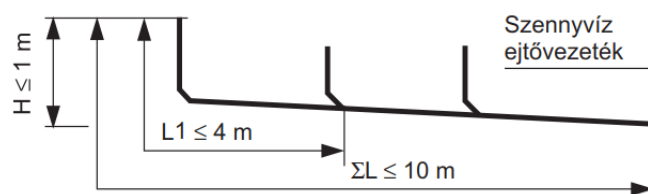
Szellőztetés nélkül megvalósítandó ágvezetékek terhelhetőségét az alábbi táblázat foglalja össze a névleges átmérők függvényében összhangban az MSZ EN 12056-2 szabvány értékeivel.

1. táblázat – Szellőztetés nélküli ágvezeték terhelhetősége (Lehmann, 2007)

Q_{\max} [l/s]	I. jelű rendszer
	DN
0,40	30*
0,50 (mosdó, bidé, nyomóöblítő vizelde)	40
0,80 (fürdőkád, háztartási mosogató, mosógép 6 kg-ig)	50
1,00	60
1,50	70
2,00 (WC berendezés 6 literes öblítőtartállyal)	80**
2,25	90***
2,50 (WC berendezés 9 literes öblítőtartállyal)	100
* alkalmazása nem megengedett ** WC nem csatlakoztatható *** Maximum két WC és egy 90°-os iránytörés	

Ágvezeték kialakítása során az esetek döntő többségében célszerű több berendezési tárgy szennyvizét közös lefolyóvezetéken elvezetni az ejtővezetékbe, úgynevezett gyűjtő ágvezetéken keresztül. Egyes szabványok, mint például a német DIN 1986-100 szabvány az alábbi ajánlást tartalmazza:

- gyűjtő ágvezeték maximálisan 10 méter hosszú lehet
- egy berendezési tárgyra vonatkoztatott ágvezeték maximálisan 4 méter hosszú lehet
- az iránytörések száma nincsen korlátozva
- maximális bukómagasság 1 méter
- csőméretek közötti átmenetet excentrikus szűkítővel kell megvalósítani
- minimális lejtés értéke 1%
- DU érték, azaz a térfogatáram 13 l/s lehet
- amennyiben a gyűjtővezeték a fent leírtaknak megfelelően nem megvalósítható, szellőztetővezetékkel kell azt ellátni



11. ábra - Gyűjtőágvezeték kialakításának korlátai (Lehmann, 2007)

Szennyvízelvezető rendszerek megfelelő működéséhez elengedhetetlen kritérium a megfelelően megtervezett és kiépített ejtővezeték. Fő feladata azon túl, hogy a szennyvizet

a fogyasztói berendezéstől az alapvezetékig, majd a közműcsatornába elvezesse, a szellőztetéshez szükséges levegő visszaáramlásának biztosítása. Kialakításakor a kulcsfontosságú tényezők, amelyek figyelembe veendőek:

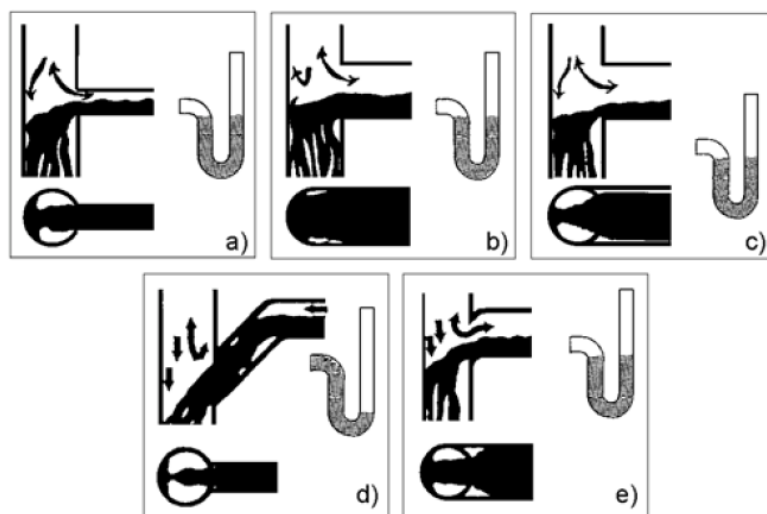
- Dimenzió és nyomvonalvezetés
- Szellőztetési megoldás
- Ágvezetékek ejtővezetékbe való csatlakozása
- Az alapvezetékbe való átmenet megoldása

Lehmann János, valamint a szabványi leírások alapján az ejtővezeték szellőztetésének kiépítésénél a vízszinfonra káros nyomásingadozások elkerülése érdekében azt a minél kisebb ellenállású szakaszon célszerű kialakítani.

(Lehmann 2007,) (MSZ EN 12056-2, 2001), (DIN 1986-100, 2016)

Különböző szabványok, különböző előírással rendelkeznek légszelep használatát illetően. Ahogy korábban említésre került az MSZ EN 12056-os szabványsorozat légszelep használatát ugyan alternatív megoldásként, de engedélyezi minden rendszertípusa esetén a főszellőztetés kiváltását, ezzel szemben a német DIN 1986-100 szabvány csak részben engedélyezi azt. Előírása szerint a kiváltás csak egy és kétlakásos családi házak esetén lehetséges, de akkor és csak akkor, ha a rendszer már rendelkezik tetőszerkezet fölé kivezetett főkiszellőző rendszerrel. (DIN 1986-100, 2016)

Továbbá az ejtővezetékben létrejövő légáramlatokat az ágvezetéki csatlakozások is befolyásolják.

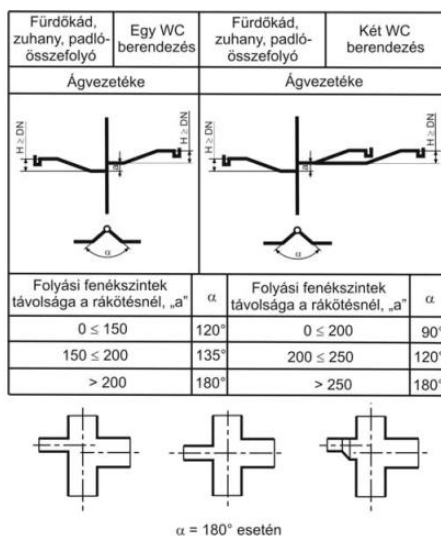


12. ábra - Ejtővezetéki légáramok képe (Lehmann, 2007)

Az ábra alapján a kialakítások a következőképpen befolyásolják a légáramlás képét:

- T-idomos csatlakozás, amely csatornázás esetén $88,5^\circ$ -os csatlakozású idom. Ebben az esetben nagyobb átmérőjű ejtővezetékbe csatlakozik az ágvezeték, a levegő áramlás mind az ág- mind az ejtővezetékben biztosított.
- Szintén T-idomos csatlakozás, azonban az ejtő- és az ágvezeték mérete azonos, abban az esetben, ha a töltési fok az ágvezetékben 50%-os, a szennyvíz képes ez esetben elzárni a levegő útját, nem kívánt depressziós nyomásállapot lép fel.
- b) pontban meghatározottal megegyező, azonban amennyiben az ágvezetékben megfelelő az áramlás és nem éri el egészen az 50%-os határértéket, a légáramlás képe megfelelő.
- Ejtőbe való csatlakozás lehetséges 45° -os könyök idommal is. Ezesetben azonban látható, hogy nagyobb méretű ejtőbe való csatlakozáskor az átszellőzés nem biztosított.
- $88,5^\circ$ -os T-idommal azonos méretű ejtőbe való csatlakozásnál az átszellőzés mértéke megfelelő, ha belső lekerekítéssel vagy 45° -os átmeneti szakasszal rendelkezik az idom. Ezesetben az ágvezeték töltési foka 50%-os. (Lehmann, 2007)

Az előbb leírt csatlakozási módszereken túl szükséges kitérni, elemezni azon eseteken is, amikor több ágvezeték csatlakozik be az ejtővezetékbe. Ezen esetekben szükségszerű a szennyvíz átáramlásának megakadályozása egyik ágvezetékből a másikba. Főleg a WC-k, fürdőkádak, zuhanyrendszerek, valamint padlóösszefolyók viszonyított helyzetéről kell gondoskodni ejtővezetékbe való kötésüknél. Az optimális megoldás az alábbi ábra szemlélteti:

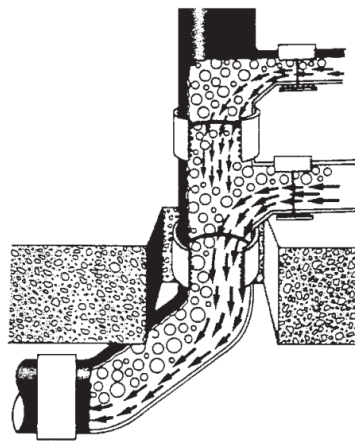


13. ábra - Egymással szemben fekvő ágvezeték csatlakoztatása ejtővezetékre (Lehmann, 2007)

Az ábra alapján az ágvezetékek becsatlakoztatásának szöge a berendezések folyásfenékszintjének távolságától függ, azokban az elrendezésekben, amelyekben a WC becsatlakozása magasabban helyezkedik el a többi berendezésétől. Ha és amennyiben az ág- és ejtővezeték csatlakozás 87°-88,5°-os idommal kerül kialakításra, akkor a szifoncsatlakozás folyásfenékszintjét az ágvezeték méretével magasabban kell elhelyezni a becsatlakozáshoz képest, így az átömlés hatásai egyensúlyozhatók.

A szennyvíz az ejtővezetékéből az alapvezetékbe csatlakozik mielőtt a közmű kicsatlakozásba kerülne. Alapvezeték tervezésekor figyelmet kell fordítani a megfelelő dimenzióra, ezen felül a megfelelő lejtésre a keletkezett teljes mennyiség térfogatáramát figyelembe véve, a kielégítő szellőztetést biztosító töltési fokkal.

Az ejtővezeték és alapvezeték kapcsolódását illetően célravezető az átmenetet úgy kialakítani, hogy a becsatlakozásnál az iránytörésen áthaladó szennyvíz és az azzal együtt lefolyó levegő is megfelelően átjusson.



14. ábra – Ejtő- és alapvezeték átmenete (Lehmann, 2007)

Belátható – ahogy a fenti ábrák illusztrálja –, amennyiben a csatlakozás iránytörésében a szennyvíz elzárja a levegő útját, az túlnyomást eredményez az ejtővezeték alsó szakaszában, ezért az iránytöréseket 90°-os idom helyett kettő darab 45°-os idommal kell kialakítani, közöttük az ejtő átmérőjének 2,5-szeresével megegyező hosszúságú egyenes passzdarabbal.

Épületeken belüli csatornahálózat kiépítésekor az üzemeltetésre is figyelmet kell fordítani, ezért a belső alapcsatornába a rendszer tisztíthatósága végett tisztítóidomokat érdemes elhelyezni azt megközelíthető helyeken. Ilyen elhelyezési lehetőségek az alábbiak:

- ejtővezetékek alsó része
- közműről bekötővezeték és alapcsatorna csatlakozási helye
- elágazásoknál
- 45°-nál nagyobb szöget bezáró iránytörések helyén

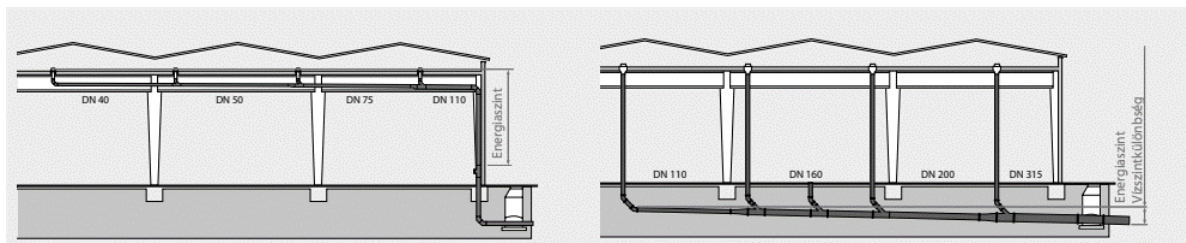
(Lehmann 2007)

2.6 Esővízelvezetés

Esővízelvezetés tárgyában két megoldás létezik a mérnöki gyakorlatban:

- Hagyományos, gravitációs esővíz-elvezetés
- Vákuumos esővíz elvezetés

Működési elvét illetően mindkét rendszer ugyanúgy működik, feladatuk a tetőkön, zöldkerteken megjelenő esővíz és olvadékok közműbe való szállítása. A szállítás során nyomáskülönbségek, veszteségek lépnek fel, amelyeket a rendszer különböző elemei – összefolyó, idomok, csövek – okoznak.



15. ábra - Vákuumos (balra) és hagyományos (jobbra) esővízelvezető rendszerek (Wavin, 2023)

A nyomásvesztések legyőzésére fennmaradó energia a csőhálózat végpontjai közötti vízoszlop magasságából származik. (Wavin, 2023)

2.6.1 Hagyományos esővízelvezető rendszerek

Hagyományos esővízelvezető rendszer megegyezik a szennyvízelvezető rendszerek kialakításával. Ugyanúgy szem előtt kell tartani a töltöttségi fok kérdését. Ahogy a fenti ábrán látszik a hagyományos rendszerénél a vízoszlop magassága igen alacsony, ez a fő

hátránya a vákuumos rendszerrel szemben. Továbbá az ilyen típusú gravitációs rendszereknél a fej méretek általában DN100 méretűek, egy tetőösszefolyó fejre csupán egy ejtővezeték csatlakoztatható.

A hagyományos esővízelvezető rendszerek esetében a német szabvány előírja, hogy a maximális telítettségi szint 0,7 lehet, ebből következően a rendszer 30%-a megfelelő átszellőzés érdekében kihasználatlan marad.

2.6.2 Vákuumos esővízelvezető rendszerek

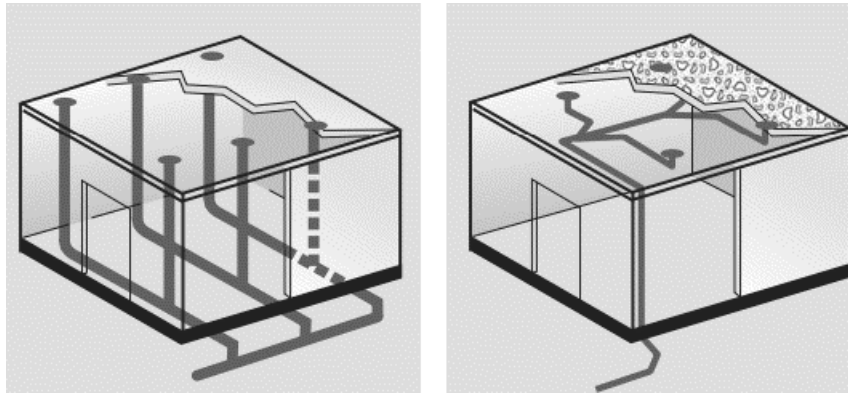
A hagyományos, gravitációs elven működő esővízelvezető rendszereknél a keletkezett esővíz mennyiség elvezetése a közcsatornáig csupán részben telített csővezetékkel valósítandó meg, ekkor a csőhálózat telítettségi foka a létesítményen belül maximum 0,7-es értékű. Ezen esetben biztosított a csővezetékben a légáramlás, légutánpótlás.

Azonban vákuumos esővízelvezetés esetén a teljes telítettség elérése a célkitűzés. Teljes telítettség kialakulásakor az elvezető rendszerben vákuum alakul ki, amely gyakorlatilag megszívja az esővizet a tetőfelületről az esővízelvezető fejeket át. A fenti tények alapján általánosságban látható, hogy a vákuumos rendszerek kétszer annyi vízmennyiséget képesek elszállítani, mint az ugyanakkora dimenziójú hagyományos rendszerek. A vákuum képezte leszívó erő természetesen a rendszer sebességére is kihatással van, ezért is szükséges egy minimális megengedett áramlási sebesség – amelynek értéke 1,0 m/s –, amely elősegíti az öntisztulás képességét.

Továbbá különbség fedezhető fel a tetőösszefolyók kialakítása között is, amely tárgyi rendszerek esetén speciális kialakítású. Így a levegő beáramlását megakadályozva, megfelelően képes üzemelni az. Alle László okleveles épületgépész mérnök, a szakcikk megalkotójának leírása szerint a vákuumos tetőösszefolyó körülbelül 12 l/s csapadékvíz elvezetésére alkalmas, azonban az ideális működési intervallum 6-9 l/s értékek közé tehető. Mindez négyszerese annak a mennyiségnek, amelyre egy hagyományos tetőösszefolyó el képes vezetni mindemellett egy 56 mm átmérőjű csonton. A tetőszerkezet rétegrendjét, illetve konstrukcióját tekintve a rendszer tetőösszefolyója bármilyen esetben beépíthető legyen az szó hideg-, meleg-, vagy zöldtetőről, akár egyenes vagy fordított rétegrendről. Valamint a fejek szigetelógallérral illeszthetők a födémhez, általa a megfelelő vízzárást kialakítva.

A vákuumos esővízelvezető rendszer csekély csapadékvíz esetén is nagy biztonsággal működik, hiszen ebben az esetben a létrejövő vákuum hol megszakad, hol újra kialakul. Ezzel ellentétben pedig a legnagyobb esőintenzitás esetén folyamatos vákuumot képezve a leszívás is folyamatosan tud üzemelni.

Az esővíz-összefolyók függőleges csonkokkal rendelkeznek, amelyek egy vízszintes vezetékhez csatlakoznak, a gyűjtővezetékhez. Gyűjtővezeték kialakításánál nagy előnyt jelent, hogy minimális lejtésre sincsen szükség, mivel teltszelvényű az áramlás teljes keresztmetszetében. A gyűjtővezeték a hagyományos szennyvízelvezetéshez hasonlóan az ejtővezeték felé szállítja a vizet a rendszer, majd beleköt az alapvezetékbe, végül a közcsatornába.



16. ábra - Sematikus ábra a két rendszer összehasonlításához (Geberit, 2023)

Összefoglalva a fent leírtakat a vákuumos rendszer előnyei a hagyományos esővízelvezető rendszerekkel szemben:

- kevesebb tetőösszefolyó, ezáltal kevesebb ejtővezeték és kevesebb kivezetés az épületből
- kisebb dimenziók
- lejtés nélkül kialakítható gyűjtővezeték

(Alle, 2002), (Fábry, 2006)

2.6.3 Szabványi előírások

Csapadékvíz elvezetésével kapcsolatosan három fő szabvány említhető meg:

1. MI-10-455/2-1988 szabvány, amelyet a Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Minisztérium adott ki a Csapadékvíz elvezető hálózatokkal kapcsolatosan. A szabványban található Műszaki Irányelvek a települések csapadék által okozott kártételeiről, illetve csapadék elvezető hálózat hidraulikai méretezéséről adnak leírást.
2. A témához tartozó fejezetek a mára már kivonásra került MSZ-04-134 számú Magyar Szabványügyi Testület által kiadott szabványból, amely az Épületek csatornázásának nemzeti szabványosításáról szól.
3. Végül napjainkban érvényes, előző irányelveket egybefoglaló és kiváltó MSZ EN 12056 számú egységes európai szabványsorozat 3. része. Ezen szabványrészlet a Csapadékvíz-elvezetésről, rendszerek kialakításáról és számításáról szól.

(MI-10-455/2-1988), (MSZ-04-134-1991), (MSZ EN 12056-3)

2.6.4 Csapadékintenzitás meghatározása

Belterületeken a mértékadó esővíz mennyiségét jellemzően átlagos ismétlődésű modellcsapadék okozza, amelynek időintervalluma egyenértékű az adott vízgyűjtőterület összegyülekezési idejével, de ami ennél is lényegesebb modell az időbeni állandó és változó intenzitású csapadékmodellek. (MI-10-455/2-1988, 1988)

A p év átlagos ismétlődésű idejű csapadékintenzitás meghatározása:

$$i_p = a_p \left(\frac{t_c}{t_a} \right)^{-m}$$

ahol:

a_p – a tízperces zápor intenzitás

t_a – 10 perc

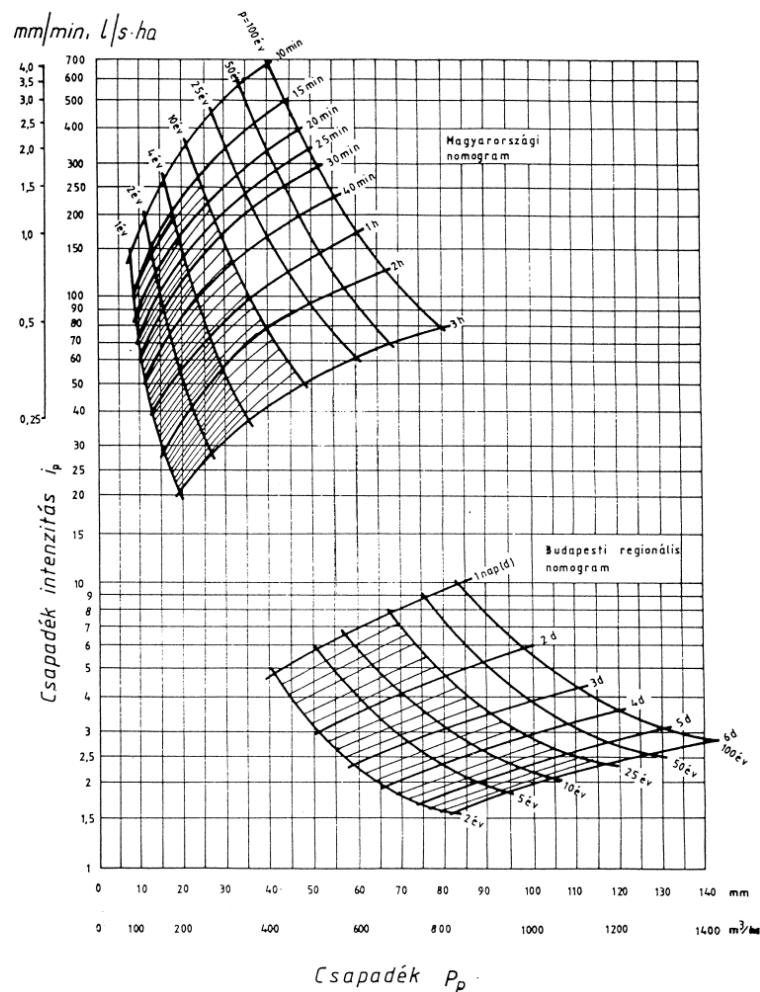
t_c – összegyülekezési idő

m – kitevő a visszatérési idő és intenzitás függvényében

2. táblázat – „m” hatványkitevő visszatérési idő függvényében

Visszatérési idő p (év)	10 perces intenzitás a_p		Hatványkitevő m
	(mm/h)	(l/sha)	
1	47,8	133	0,69
2	73,0	203	0,71
4	97,0	270	0,72
10	131	364	0,72
20	158	439	0,73
33	180	500	0,74
50	202	562	0,74
100	238	662	0,75

Síkvidéki területeken előfordul az az állapot, amikor egy- vagy többnapos csapadékmennyiség a mértékadó. Nagy valószínűséggel kijelenthető, hogy a Budapesten mért adatok figyelembe vehetők a többi hazai síkvidéki területekre a méretezési feladatok elvégzéséhez. 1988-ban kiadott szabványhoz tartozó adatokat az alábbi ábra tartalmazza:



17. ábra - Csapadék nomogramm korábban

A p ismétlődési idő egyes szabványok szerint kiindulásként a fővárosban 4 éves időintervallumra került meghatározásra, ritkábban lakott területeken ennél kevesebb 1-2 éves ismétlési idő a javasolt, sűrűn lakott belterületeken pedig 10,25 éves intervallumok a javasoltak.

(MI-10-455/2-1988, 1988),

Az MI-10-455/2-1988 szabványban összefoglalt módszereket alapul véve ad támpontokat az MSZ-04-134-1991 számú szabványleírás mértékadó fajlagos csapadékvízhozam értékeihez (l/s, ha), valamint a lefolyási tényezőkhöz – amely a csatornába lefolyó esővíz hányadát kifejező szám –.

Budapest esetén ez az érték 1991-ben a mértékadó fajlagos csapadékvízhozam 274 l/s, ha érték volt. Ezzel az értékkel végezték el a tervezési feladatokat egészen 2001-ig. (MSZ-04-134-1991, 1991)

Várad Ferenc és Nemes Csaba 1992-ben vizsgálta a magyarországi csapadékmennyiség figyelő huszonhat állomás mintegy 60 000 adatát. Vizsgálatukból az a következtetés vonható le, hogy az évi esővíz maximum értékek május és augusztus között fordultak elő. Ezen eredmények 5, 10, 20, 30, 60 és 180 perces esőzési események eredménye, valamint igazolták a fent leírt fajlagos csapadékvízhozam értékét, amely a 90-es években volt népszerű a méretezéskor. (Gayer – Ligetvári, 2007), (Várad – Nemes, 1992)

Előfordulás valószínűsége (%)	Időtartamok (min)					
	5	10	20	30	60	180
Max.	24,7	43,0	57,4	59,0	65,5	90,0
1	20,1	28,3	38,8	45,0	55,9	69,8
5	13,0	20,1	29,0	35,0	42,4	53,1
10	10,8	18,0	24,5	29,1	36,7	45,1
20	9,7	14,3	20,0	24,0	29,6	36,6
40	7,5	11,2	15,7	18,5	22,0	28,0
50	7,0	10,2	14,2	16,5	20,0	25,2
60	6,1	9,5	12,8	14,8	18,0	23,4
80	5,0	7,6	10,0	11,6	14,2	18,9
Min.	2,1	3,6	5,0	6,2	7,6	9,8
Átlag	7,5	11,3	15,6	18,3	22,3	28,5
Szórás	3,23	4,86	6,84	8,23	9,95	12,22

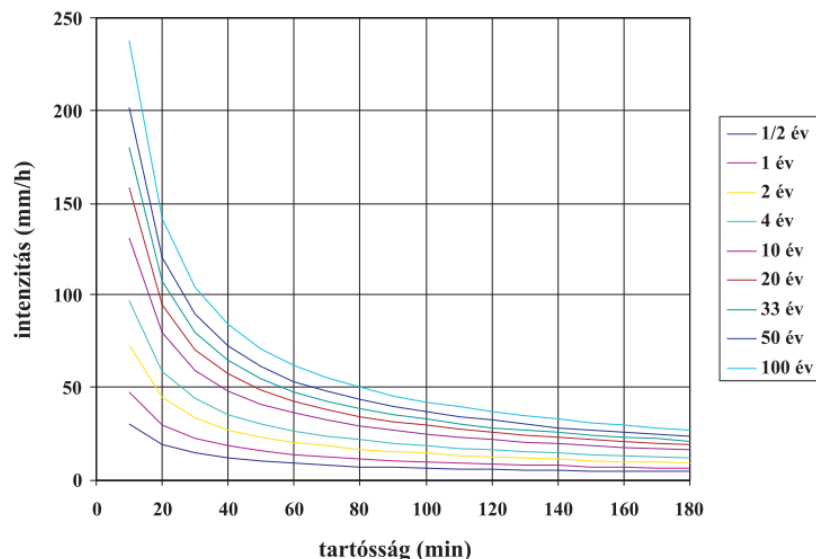
18. ábra - Előfordulási valószínűségek időtartamonként a 90-es években (Gayer – Ligetvári, 2007)

Csapadékintenzitás tendenciát vizsgálása jóval bonyolultabb, mint a többi légköri jelenség előrejelzése. Az 1900-as évek végén, 2000-es évek elején az alábbi spekulációk születtek meg:

- Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület beszámolója alapján a Föld északi féltékéjén 2-4%-os növekedés fog beállni az intenzív esőzések gyakoriságában a XX. század végére (Houghton et al. 2001)
- Kanadai vizsgálatok alapján a 20 éves visszatérési idejű csapadékok 5,5%-kal és 10,5%-os növekedése feltételezhető a vizsgálatról számított rákövetkező 50 és 100 évben (Kharin – Zwiers, 2000), (Zwiers – Kharin, 1998)
- További spekulációk szerint az éghajlatváltozás hatását megjövendölhetjük, ha a ritka csapadékok visszatérési idejét felezzük. Például: 20 éves 5%-os csapadék a jövőben 10 éves 10%-os csapadék lesz. (Hengeveld, 2000), (Watt et al. 2003)

Gayer szerint azonban nem szükséges ismerni, leírni a csapadékvíz meteorológiailag pontosan, egzaktan, inkább annak hatását, tehát vízhozamát az adott méretezni kívánt hálózatban. Tehát a mértékadó vízhozam ismerete a lényeg. (Gayer – Ligetvári, 2007)

Állandó intenzitású csapadék



19. ábra - Általános intenzitású csapadék általános görbéje (Gayer - Litevári, 2007)

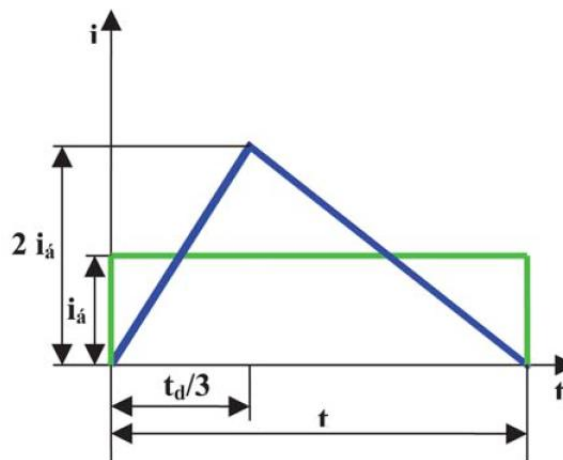
Állandó intenzitású csapadék az IDF (intensity / duration / frequency) görbéből határozható meg. (Gayer – Ligetvári, 2007), (Wisnovkszy, 1984), (Sali, 1993)

Időben változó intenzitású csapadék

Az IDF görbét alkalmazva az állandó intenzitású csapadékmodell hátránya, hogy a valós csapadék időbeni változását nem veszi alapul ezért méretezési pontatlanságot eredményez.

Keifer és Chu 1957-ben, Sifalda 1973-ban, Wisnovszky 1978-ban, valamint Urcikán és Horváth is 1984-ben arra a megállapításra jutottak, hogy a csapadék maximuma 1950 és 1970 között az esetek többségében a csapadék maximuma 0,31-0,38 értékek között mozog. Ezt kiegészítve Huff megállapította, hogy csapadék leesésekor a legnagyobb mennyiség az esőzés első felében jelenik meg. Ezen megállapítások nyomán születtek meg a változó intenzitású csapadékmodellek. (Keifer – Chu, 1957), (Sifalda, 1973), (Wisnovszky, 1978), (Urcikán – Horváth, 1984)

Azonban hazai tekintetben a rengeteg korábbi haza és külföldi kutatásokat alapul véve Gayer háromszög alakú csapadék idősor modellt javasolt, amely a csapadékcsatornázási szabványok aktualizálásakor be is ágyazódott az akkor aktuális MI-10-455/2-1988 szabványba.



20. ábra - Háromszög alakú idősor modell (Gayer - Ligetvári, 2007)

Előnye:

- Egyszerűen definiálható
- Nem eredményez irreálisan kimagasló értéket
- Éles budapesti modellvizsgálatnál is jó eredményt adott, tehát megbízható

(Gayer – Ligetvári, 2007)

Racionális módszer

Jancsó Béla a Magyar Mérnöki Kamara Vízgazdálkodási és Vízépítési Tagozatának elnöke. Az Országos Meteorológiai Szolgálatnak nyújtott Tervezői Segédlete alapján a racionális módszer az esővízelvezető rendszerek területén alkalmazandó, régről ismert számítási, méretezési módszer az elvezetendő csapadékvízhozam meghatározásához.

Az alapfeltevés, hogy a mértékadó vízhozam akkor alakul ki, amikor az esővíz időtartama egyenlő annak összegyülekezési idejével. Az összegyülekezési idő pedig az az időintervallum, amikor a méretezési feladatban szereplő vízgyűjtő területről a csapadék a vízzállításhoz becsatlakozik. A módszer akkor nem alkalmazható, ha:

- 60 percet meghaladó összegyülekezési idővel rendelkezik a rendszer
- a terület meghaladja a 2 km²-t
- lefolyást, tározást, duzzasztást befolyásoló átalakítás történik

(MET, 2023)

2.6.5 Szabványi történeti elemzés

Fent leírtaknak megfelelően, jelenleg a hatályos szabvány esővízelvezető rendszerekre az MSZ EN 12056-3 számú szabvány. Következésképpen az új szabvány és a hozzá kapcsoló régi szabványok közötti összefüggéseket, különbségeket elemzem.

1. A mértékadó terhelés számítása megegyezik a korábban ajánlott képlettel, csupán jelölésbeli és dimenzióbeli különbség van. Az új irányelv hektár helyett négyzetmétert alkalmaz.

$$Q = r \cdot A \cdot C$$

ahol,

Q – mértékadó terhelés [l/s]

r – csapadékintenzitás $\left[\frac{l}{s}, m^2\right]$

A – vízgyűjtő terület [m²]

C – lefolyási tényező [–]

Lefolyási tényezőt illetően az EN 12056-3 európai irányelv 1-es értékét ad meg, ha nincsen az adott térségnek, nemzetnek külön szabályozása, javaslata arra.

2. Amiképpen az előző fejezetekben említésre kerültek a korábbi szabványi csapadékvíz intenzitások – mind az MI-10-455/2-1998, mind az MSZ-04-13-1991-es irányelv konkrét értékeket ad meg – azokkal ellentétben az aktuális szabvány nem ad konkrét értékeket. Részben szabad kezdet ad az intenzitást meghatározására – amennyiben rendelkezésre állnak elegendő meteorológiai statisztikai csapadékadatok a megfelelő visszatérési idővel és intenzitással, akkor azt az adott régió szerint szükséges megválasztani, figyelembe véve az épület adottságait. Amennyiben nem áll rendelkezésre elegendő adat, akkor a szabvány a 4.2.2-es fejezetében táblázatosan intenzitásértékeket ad meg, amelyet a kockázatelemzés, épületjellegének vizsgálata után szorzószámmal kell ellátni.
3. Vízugyűjtő terület tekintetében pontosabb számítási módszert tanácsol. Egyik esetben, amikor nem szükséges figyelembe venni a szélhatást, másik esetben amikor figyelembe kell venni. Szélterheléssel való számítások olyan területeken, ahol a szél hatására a csapadékvíz lefolyhat a homlokzaton az ereszcatornába vagy a tetőre, ott a területszámításnál 150%-os értékkel kell számolni.

(MI-10-455/2-1988), (MSZ-04-134-1991), (MSZ EN 12056-3)

2.7 Országos településrendezési és építési követelmények

Magyarország Kormánya az 1997. évi LXXVIII. törvény 62. §-a (1) g) pontjának felhatalmazása alapján, meghatározza az Országos Településrendezési és Építési Követelményeket (OTÉK) és elrendeli azok kötelező alkalmazását az épített környezet alakításáról és védelméről szóló törvény szerint. Az OTÉK mind ivóvízellátásra, szennyvíz- és csapadékvízvezetésre előírásokat tartalmaz.

A rendelet 76. paragrafusának 1. pontja szerint az építménybe a víz- és a szennyvízvezetékét úgy kell csatlakoztatni, hogy ha nincs védőcső, akkor legalább 1 méter vízszintes távolságban legyenek egymástól, vagy a vízvezetékét a csatorna vezeték fölé kell bevezetni. Továbbá ugyanezen paragrafus 2. pontja a nyomvonalvezetésre tér ki, mely szerint a „tiltott” zónák, megfelelő átvezetés hiányában:

- Helyiségekben, amelyekben villamos berendezések kerülnek elhelyezésre (például főkapcsoló-, transzformátor helyiség), illetve ezen helyiségek elválasztófalában, padlójában, födémében.
- Helyiségekben, ahol a belső hőmérséklet $+2^{\circ}\text{C}$ érték alá csökkenhet.
- Azokban a falakban, födémekben és elválasztó falakban, amelyek huzamos tartózkodásra alkalmas helyiséget határolnak, például lakószobával határos lakáselválasztó falakban.
- Azokban a helyiségekben és a felettük lévő helyiségekben, valamint azok határoló szerkezeteiben (falakban, födémekben, padlózatokban), amelyek védelem alatt állnak, képző- és iparművészeti értékekkel rendelkeznek.
- Adott építmény tűzgátló szerkezeteiben szükséges tűzgátló átvezetések beépítése nélkül.

Ugyanezen rendelet 77. passzusa a Szennyvíz- és csapadékvíz csatornavezetékére vonatkozó le- és előírásokat tartalmazza.

- Az épület csatornahálózat tervezésekor és kivitelezésekor a rendszert úgy kell kialakítani, hogy az építmény irányába visszaáramlás ne keletkezzen.
- A cső anyaga az elvezetett szennyvíznek ellenálló és korrózióálló legyen.
- Épületen belül a két rendszert, mint csapadékvíz és szennyvíz megkülönböztetni szükséges, azokat egyesíteni nem szabad. Ez alól kivételt az utcai telekhatáron álló építmény tesz – ezesetben az épületből történő kivezetés előtt egyesíthető, ha a közcsatorna is egyesített rendszerben került megvalósításra.
- Alaplemezbe, tűzgátló szerkezetbe és födémbe idomkapcsolásokat beépíteni tiltott.
- Tilos csővezetéket kialakítani, idomot, tisztítóidomot beépíteni huzamos tartózkodásra alkalmas légterekben, ezek födémében, padlójában, illetve hangszigetelés nélküli különálló egységek közötti falakban (például lakásokat elválasztó falak). Továbbá gyenge- és erősáramú helyiségek falában sem megengedett a vonalvezetés. Végül azokban a falakban, amelyekben zaj- és hőszigetelés nem megoldott, ejtővezeték kiépítése tilos.
- Vízszintes irányú csővezetés, akkor és csak akkor megengedett, ha az – például szerelőbetonban, védőcsőben – kerül kiépítésre, tehát a szerkezetnek víz ellen szigeteltnek kell lennie. Ellenkező esetben födém feletti vezetés javasolt.

- Függőleges irányú csővezetésnél az oldható kötések, tisztítóidomok kerülése a rendelet szerinti előírás, ebben az esetben az ejtővezeték mechanikai sérülések ellen kell megvédeni – például eldobozolással –.

Azonban a rendelet a 111. paragrafusában az előírásoktól való eltérést engedélyez szennyvízvezeték vízszintes és függőleges irányú csővezéseinek tekintetében, amennyiben a módosítás életre és egészségre, biztonságos használatra nem jelent veszélyt, valamint a szomszédos építmény, épületrész önálló használati jogait nem sérti.

(253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet)

3. ÉPÜLET BEMUTATÁSA

A tervezési helyszín Budapest XI. kerületében, a Kopaszi gát melletti mintegy 50 ha iroda és lakó fejlesztési terület (BUDAPART) kiemelt helyén, a Dombóvári úton, a Dombóvári/Budafoki úti sarokközvetlen közelében található. A BOG jelű építési területen a fejlesztő egy olyan szálloda és irodaház épületegyüttest kíván kialakítani, amely különleges, egyedi formavilágával, anyaghasználatával, emblematikus megjelenésével meghatározza a terület arculatát. A beruházó részéről időközben felmerült az igény, hogy



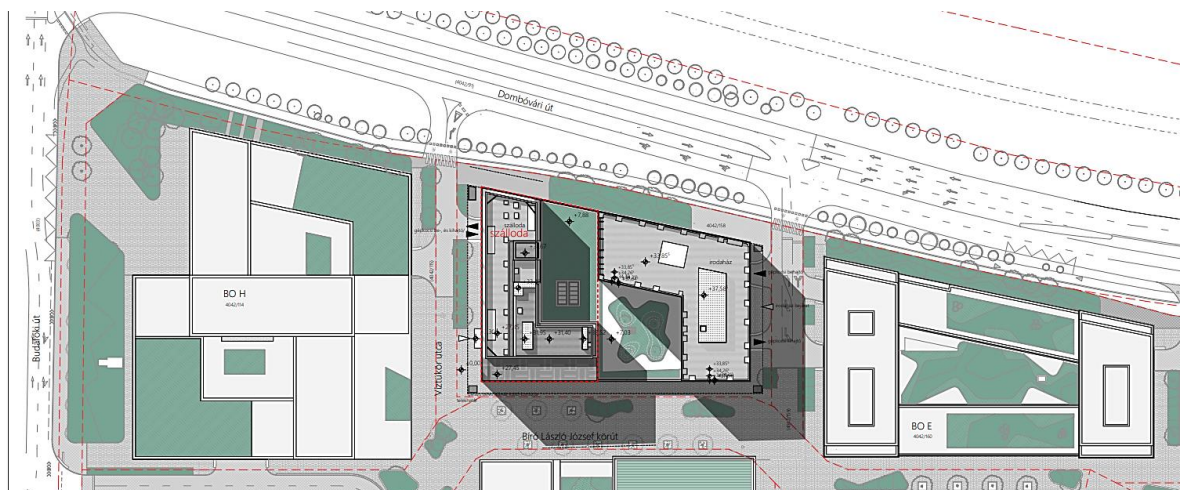
21. ábra – Budapest Downtown hotel és irodaépület látványképe (Budapest, 2021)

az épületegyüttes a két eltérő funkció miatt (szálloda és irodaház) két egymástól teljesen elválasztható épületrészre bontható legyen, így épületgépészetileg is teljesen elhatárolódik a két épületrész.

Ingatlanfejlesztés szempontjából Budapest modernkori történetének aktuálisan legújabb mérföldköve a kivitelezés helyszíne: a BudaPart DOWNTOWN épület. A létesítmény a városnegyed fejlesztésének negyedik ütemének oszlopos tagja, amely egyben hotel és irodaház funkciót lát el. A környezetbarát és innovatív megoldásokkal megépített épület egyik része 8 000 négyzetméternyi bérleményi irodaterületet, 350 négyzetméternyi üzlethelyiséget tartalmaz, továbbá két szintnyi parkolóterületet is. A másik egységében helyet kap egy neves hotellánc impozáns biznisz hotele. Több mint 11 000 négyzetméteren valósul meg a 198 hotelszoba, valamint egy közel 175 fős befogadóképességű étterem,

továbbá konferenciatermek és egy fitnesszterem. Mivel az ingatlan egyaránt szolgál irodaházként és szállodaként így a bérlőket nagyban segíti és támogatja, hogy megbeszéléseiket, találkozóikat, vállalati rendezvényeiket ugyanazon helyen lebonyolíthassák. Nagy előnye még, hogy érkező üzleti partnereiket a létesítmény hotel szárnyában el tudják szállásolni.

A szálloda épület belső funkcionális rendszere racionálisan tiszta és átlátható: az L alakú alaprajzi forma mindkét szárában egy-egy lépcsőház, illetve a szárak metszéspontjában található, három felvonót tartalmazó liftblokk biztosítja a vendégszobák megfelelő megközelítését. A magok természetesen a mélygarázs szintekhez is közvetlenül kapcsolódnak. A földszint nyugati oldalának „shopping street” felé eső részén található a hotel főbejárata. A déli oldalon, a sétálóutcára néző homlokzattal kapott helyet az étterem, így ennek a megfelelő önálló megközelítése is biztosított. A lobby és az étterem számára szükséges vizesblokk egy közös helyiségcsoportban, az előcsarnokból megközelíthető módon lett kialakítva. A publikus terek, és a Dombóvári út melletti parkolórész közötti belső területen található az épület működéséhez szükséges kiszolgáló helyiségek (konyhaüzem, raktárak, személyzeti helyiségek). Az árufeltöltésre a parkoló térből nyíló gazdasági bejáraton keresztül van lehetőség. A két darab menekülő lépcsőházból a hozzájuk kapcsolódó közlekedő folyosókon keresztül biztosított a szabadba való menekülés.



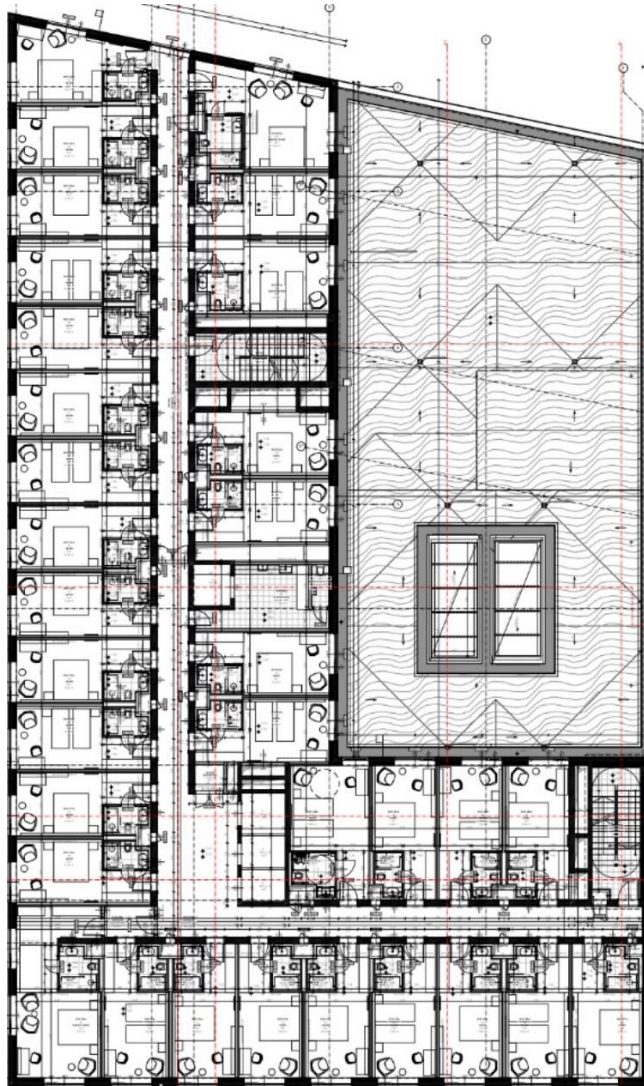
22. ábra - Az épület helyszínrajza

A nyugati homlokzaton található menekülési kijárat egyben személyzeti bejáratként is funkcionál. Az előcsarnokból egy egykarú lépcsővel közelíthető meg a galéria szinten található konferencia részleg. A részlegben a két részre osztható, 180 fő befogadására

alkalmas nagyterem mellett két tárgyaló, és a működéshez szükséges ruhatár, illetve WC-blokk kapott még helyet. A nagyterem előtereként szolgáló kiállítótér üvegfalakkal kapcsolódik a földszinti, dupla belmagasságú szálloda lobbyhoz, illetve étteremhez, ezáltal biztosított számára a megfelelő természetes megvilágítás. Ezen a területen az időszaki kiállítások mellett lehetőség van nagyobb rendezvények esetén állófogadások tartására is. Ilyen esetekben a raktár elé építendő mobil tálaló pultokkal biztosítható a catering. Ennek kapcsolata a földszinti konyhaüzemmel a gazdasági liften keresztül biztosított. Az előadóterem a szálloda belső udvara alá kerül, így lehetőség nyílik nagyobb belmagasságú tér kialakítására. A tervezési programban szereplő funkcionális egységek, helyiségcsoportok kivétel nélkül helyet kaptak a földszinten, és a galéria szinten, de a tervezés során felmerült további megrendelői igények, illetve a geometriai adottságok miatt ezek helyenként csökkentett alapterülettel vagy befogadóképességgel valósulnak meg.

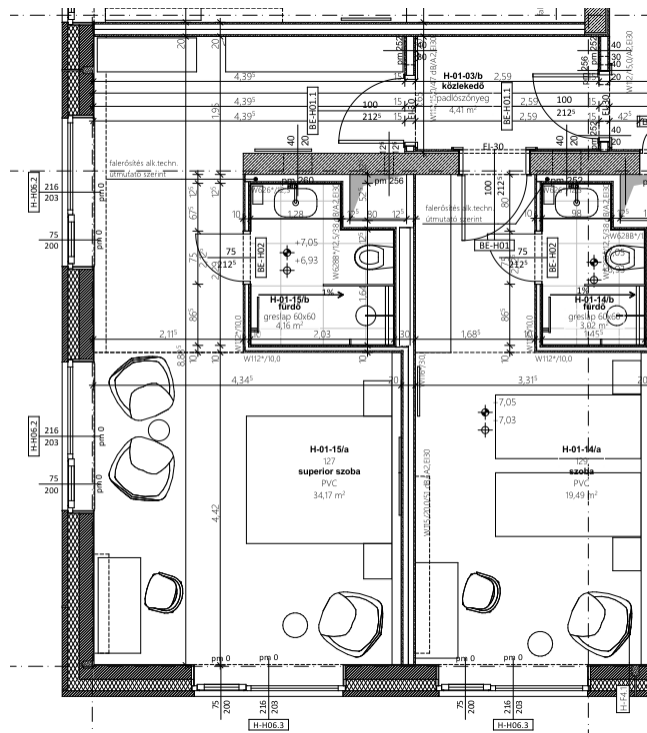
Szállodai szobaszint

Az általános szállodai szintek tiszta és racionális szerkezeti/alaprajzi rendszere biztosítja az épület hatékony hatékonyságát. Az 1-6. szinteken szintenként 33 db szoba található. Az alaprajzi formából, és a szigorú szobaraszterből adódóan a nagyobb superior szobák az értékesebb sarkokon helyezhetők el. Az L alak hosszabbik szárában, az irodaházra néző, értéktelenebb részen kapott helyet a szálloda működéséhez szükséges szobaasszonyi helyiség, illetve a hozzá kapcsolódó gazdasági lift. Ez a lift a mélygarázsba is lemegy, biztosítva ezáltal a kapcsolatot a raktárak, illetve egyéb kiszolgáló funkciók (mosoda, vasaló helyiség) és a vendégszobák között. A 6 db szállodai szinten összesen 198 db vendégszoba helyezhető el, amelyből 174 db a standard szoba, 24 db a superior szoba. Ezek alapvetően 21-25 m² körüli, kétágyas, szoba-fürdőszoba elrendezésű egységek, kivéve a 24 db hasonló kialakítású, de nagyobb, kb. 26-28 m² alapterületű superior szobák. Mindezeket túl még 2 db akadálymentes szoba kerül elhelyezésre az első és második emeleten. Az általános szinteken a szobák mellett egy szobaasszonyi helyiség kerül kialakításra, amely célszerűen a gazdasági közlekedő mag (lift, lépcső) közelében található meg.



23. ábra - Általános szobaszint

A superior szobák, akadálymentes szobák, valamint a normál szobák között különbség csak méretében van. Értelemszerűen az akadálymentes szobákban akadálymentesített eszközök, szaniterek kerülnek beépítésre, amelyek vízigénnyel és vízelvezetéssel kapcsolatos adatai, térfogatáramai megegyeznek a standard berendezési tárgyakkal. A két különböző méretű szoba összehasonlítását a 24. ábra mutatja be.



24. ábra - Általános szoba

4. BEMENETI ADATOK, TERVEZÉSI HATÁROK

A tervezési feladatom határa fizikálisan az épület falsíkjától számított 1 méter. Az épületgépészeti tervek csak az épület közvetlen ellátásához szükséges közműveket tartalmazza, ez korlátozódik a vízellátásra, csatorna elvezetésre.

A tervezett létesítmény megvalósítására közművesített területen kerül sor. A telken belüli közműhálózattal és a szükséges közműbővítésekkel dolgozatomban nem foglalkozom. Továbbá a Főtáv Zrt. szállítási terjedelmének tervezése sem a feladat része, amely a távhőfogadó helyiségen belüli berendezések, szerelvények, csőhálózatok. A távhőfogadó helyiségben helyezkedik el a HMV blokk hőcserélője, használati melegvíz tartály, cirkulációs szivattyú és ezekhez szükséges szerelvények, sem a konyhatechnológia megtervezése. A konyhatechnológia részére az adatszolgáltatás szerinti vízfogyasztáshoz tervezem meg a csatlakozási pontot a keverőszeleppel és vízmérő órával. Ennek értelmében a disszertáció fő témája a szekunder oldali tervezés.

Az ingatlan vízfogyasztását alapvetően az alábbiak határozzák meg:

- Használati (kommunális) vízigény
- Szállodai vendégek fogyasztása alapján
- Konyhatechnológia
- Takarítás céljára igénybe vett vízmennyiség

A vízfogyasztás és a szennyvíztermelés esetén a környezet terhelése szempontjából a várható nagy fogyasztású időszakot tekintetem a jellemző üzemmenetnek. Ez a megközelítés éves viszonylatban várhatóan túlbecslést tartalmaz.

A vízhálózatot az MSZ-04-132:1991, a csatornahálózatot az MSZ EN 12056:2001 és az MSZ-04-134:1991 sz. visszavont szabvány előírásai szerint tervezem.

A vízfogyasztás és szennyvíz kibocsátás az MSZ-10-158-1:1982 számú visszavont Víznormák műszaki irányelv szerinti értékkel számolva, Hugo Feurich „Szanitertechnika” c. könyveiben leírtakat alkalmazva (Feurich, 1999), valamint az építész tervezőktől kapott adatok alapján a következőképp határozom meg:

Tervezett hálózati vízfogyasztás és szennyvízkibocsátás

- Hotel szobák: $198 \text{ \acute{a}gy} \times 150 \text{ l/(d, \acute{a}gy)} = 29.250 \text{ l/nap}$
- Konyha: technológiai adatszolgáltatás szerint $= 5.000 \text{ l/nap}$
- Iroda: $65 \text{ f\ddot{o}} \times 6 \text{ l/(d, f\ddot{o})} = 390 \text{ l/nap}$
- Mélygarázs: 3.000 l/nap

A vizes berendezések vízfogyasztási értékei a következők:

- WC öblítés: 6/3 liter (nagy/kis)
- Vízede: 1 liter
- Mosdó csaptelep: 4-6 liter/perc, infra esetén 12mp működtetéssel
- Zuhany csaptelep: 9-12 liter/perc
- Konyhai csaptelep 5 liter/perc
- Mosogatógép: 10 liter/ciklus

5. VÍZELLÁTÁS

5.1 Általános leírás

Ahogy a „Bemeneti adatok, tervezési határok” fejezetben említésre került, a projekt vízellátásának tervezéséhez az MSZ-04-132-1991 számú „Épületek vízellátása” építésügyi ágazati szabványt veszem alapul.

Ennek megfelelően vízhálózat tervezésénél csak olyan szerelvényt, csővezetékét alkalmazok, amely közmű- illetve ivóvízhálózatra kapcsolható, s ezt igazolni tudja a Budapest Főváros Kormányhivatalának népegészségügyi főosztálya által kiállított igazolással.

Külön új vízbekötést tervezek a szálloda kommunális vízfelhasználás ellátására. A hidegvíz alapvezeték a P1 – azaz a -1. pinceszint –, az erre a célra kialakított, úgynevezett Vízfogadó gépészeti helyiségben lép be az épületbe. A Fővárosi Vízművek előzetes tájékoztatása alapján a rendelkezésre álló hálózati nyomás 3 bar, következtetésképp nyomásfokozó berendezés telepítésére lesz szükség, hiszen az épület önmaga közel 30 méter magas, már a geodetikus magasságból származó nyomásvesztés fedezésére felhasználandó a hálózati nyomás.

A magas fogyasztási igények miatt – hiszen 198 darab vendége fogadására alkalmas szobából áll a létesítmény – a melegvíz ellátást központi kialakításúra tervezem. A levegős hőszivattyú a HMV készítéséhez a szükséges magas hőmérsékletű fűtővizet rossz hatásfokkal állítja elő, ezért a szálloda esetében a szobai, konyhai, valamint a közösség terek melegvize távfűtés segítségével áll elő.

A HMV tárolókat a távhő fogadó helyiségben kialakított HMV blokk hőcserélője látja el szükséges hőenergiával, tervezése nem a feladat része, ámde az adatszolgáltatás igen.

Az épületben a csapolók távolsága-, és a vonatkozó előírások alapján cirkulációs hálózatot tervezek energiatakarékos változó térfogatárammal és termosztatikus cirkulációs szelepekkel ellátva a rendszert. Azonban a hotelszobákon belül cirkulációs rendszer nem kerül kialakításra, csak a felszálló vezetékek aknáiban.

A vizes helyiségekben az építész terv szerinti vizes berendezési tárgyak kerülnek elhelyezésre. A mozgássérültek részére tervezett WC blokkokba a vonatkozó műszaki

előírások szerinti berendezési tárgyakat tervezek. A konyhában csatlakozási lehetőséget biztosítok a konyhatechnológiai tervben megjelölt gépek, mosogatók, mosdók és egyéb vizes berendezési tárgyak részére.

A megtervezésre kerülő berendezési tárgyak:

- | | |
|---|----------------------|
| – mosdó, kézmosdó | hideg – meleg vízzel |
| – zuhanyzó | hideg – meleg vízzel |
| – falikút | hideg – meleg vízzel |
| – konzolos WC berendezés rejtett tartállyal | hideg vízzel |
| – infra vezérlésű pissoire | hideg vízzel |

A kád és zuhanycsaptelepek kivételével valamennyi berendezés tartalék elzáróval szerelt. A csapoló szerelvények víztakarékos kivitelűek, hosszú élettartamra tervezve. A használati melegvízhálózatot a hidegvízzel párhuzamos nyomvonalon vezetem, kialakítása és szerelvényezése azzal teljesen azonos módon történik.

(MSZ-04-132-1991, 1991)

5.2 Csőanyag kiválasztása

Mind a hideg, meleg és cirkulációs vezeték anyagaként ivóvíz szállására alkalmas és arról engedéllyel rendelkező műanyag csövet választottam, az alábbi részletezés szerint:

Szállodai szobákon belül, vizesblokkokon belül

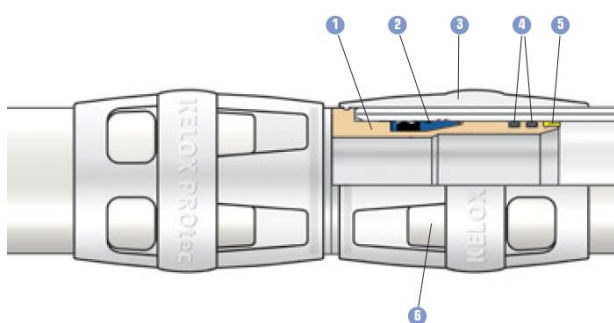
A szobákon és vizesblokkokon belüli szerelésekhez, valamint olyan esetekben, ahol előtétfal vagy válaszfalban történik a szerelés a KE KELIT műanyagrendszerek gyártójának KELOX ötrétegű csőrendszerét választom. Ezen rendszernek mind az öt rétege egyetlen munkamenetben készül el a gyártás folyamán.

Tulajdonságai:

- Minimalizált belső feszültség
- Moduláris felépítés
- Abszolút oxigéndiffúzió-mentes, 100%-os vízgőz diffúzió ellen tömített
- Csekély hőtágulással és kiváló hővezetőképességgel rendelkezik
- Sima belső csőfal

A rendszer nagy előnye a komplettégében rejlik. Elérhető csavarkötésű, préselhető, valamint gyorscsatlakozású verziókban is. Az általam választott rendszer a KELOX-PROTEC gyorscsatlakozású rendszer, azon belül is a Zeta idomok, amelyeknek alaki ellenállás szempontjából optimalizált csőidomok.

A választás oka az egyszerűségében rejlik – szakszerű kalibrálás elvégzése után, amely egyébként is valamennyi kötésfajta esetén elvégzendő – hiszen nincsen szükség drága szerszámokra, csak egy kézi kalibráló eszközre. A gyorscsatlakozó segítségével egy húzásbiztos, tökéletesen és tartósan tömített, nem oldható kötést kapunk. A PROTEC csatlakozó szemléletes bemutatása az alábbi ábrán látható:



25. ábra: KELOX-PROTEC csatlakozó

- [1] Sárgaréz idomtest; [2] Üvegszál erősítésű rögzítőgyűrű; [3] Átlátszó külső hüvely; [4] Dupla tömítőgyűrű; [5] Védőgyűrű; [6] Ellenőrzőablak

Az 25. ábrán jelölt [5] jelű Védőgyűrű segíti elő a rendszer biztonságát, mivel nem, vagy nem megfelelően kalibrált csövek behelyezését akadályozza meg, ezzel egy 100%-os biztonságot adva a csőrendszernek, továbbá a tömítőgyűrűket is megvédi a szakszerűtlen kalibrálás által okozott károktól.

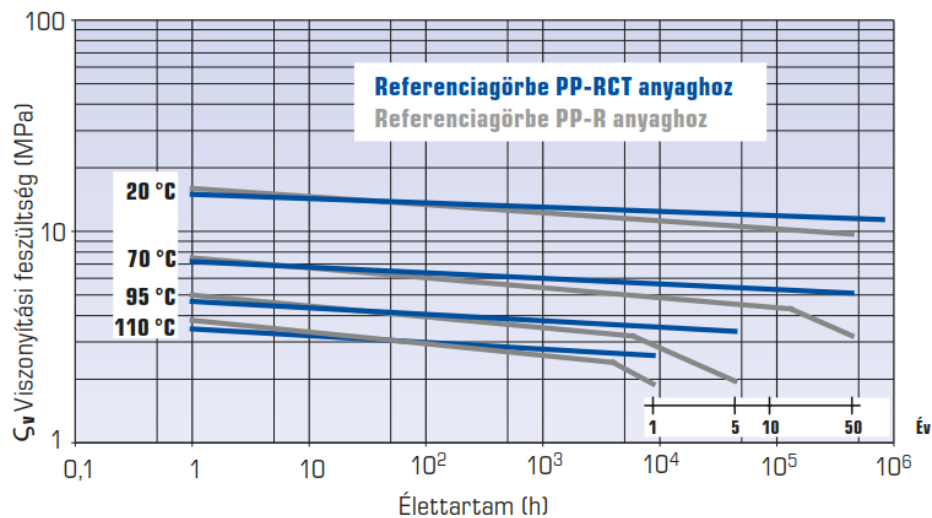
Alapvezeték, strangok, szabadon-látszó szerelések esetén

A pince és galéria szinti alapvezetékének, szobai felszállító vezetéknek, vízfogadó helyiség csőrendszerének, illetve a szabadon álló, látszó szereléseknek – ilyen például a pince szinti falikutak – anyagául a KE KELIT gyártón belüli KELEN elnevezésű PP-RCT ívóvíz csőrendszer PN16-os nyomásfokozatban. Ezen rendszer alapanyaga a PP-RCT nevű műanyag, amely angol PolyPropylene Random Crystallinity Temperature elnevezése alapján egy véletlenszerű polipropilén kopolimer matéria. Tulajdonságai nagy mértékben hozzájárulnak a polipropilén csőrendszerek teljesítményéhez.

Tulajdonságai:

- Nagyobb átfolyási mennyiség azonos külső csőátmérő mellett. A béta-kristályos szerkezete fokozott ellenállást biztosít a hőmérséklet és nyomás ellen.
- Az imént említett tulajdonsága miatt nagyobb biztonságot, tartalékot jelent ugyanazon átmérő esetén
- Klórálló anyag
- Nem rendelkezik kristályosodási ponttal a vízkövek lerakódásához
- Hosszabb élettartam
- Biztonságos kötés ségedanyagok felhasználását mellőzve

A PP-R és a PP-RCT élettartam görbéinek összehasonlítása



26. ábra – Élettartam görbe az alapanyagra vonatkozólag

(Kelox, 2020), (Kelen, 2021)

Felhasznát méretsor

Az alábbi táblázatot a Kekelit Kelox és Kelen termékcsaládjainak katalógusa alapján készítettem el, csak azon méreteket szerepeltettem, amelyeket a tervezés során alkalmaztam.

3. táblázat – Külső csőátmérők és falvastagságok

Névleges méret	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50	DN65	DN80	DN100
Kelox	20x2,25	25x2,5	32x3	-	-	-	-	-	-
Kelen	20x2,8	25x3,5	32x4,4	40x5,5	50x6,9	63x8,6	75x10,3	90x12,3	110x15,1

5.3 Hidegvíz méretezés

A vízvezeték hálózat meghatározásához méretezést szükséges elvégezni. Csőátmérők meghatározásához a szabványban leírt hidraulikai számításokat alkalmazom.

A fent említett szabvány szerint: „A vezetékmereteket úgy kell megállapítani, hogy a szükséges kifolyási nyomás - 0,5 bar – az előforduló egyidejűség figyelembevételével a legkedvezőtlenebb helyzetű csapolónál is biztosítva legyen.”

Azonban napjainkban méretezéskor a kifolyási nyomást 1 bar értékre szokás felvenni.

Legkedvezőtlenebb helyzet alatt a hidraulikai helyzetét értem, tehát a hálózat legmagasabb és legtávolabbi csapoló pontját a bekötővezetékétől. Mindezt úgy, hogy a súrlódási és alaki ellenállásokat is figyelembe veszem. Ez nagy valószínűséggel a két alapvezeték utolsó csapolójának egyike lesz.

A méretezés alapja az alábbi egyenlet:

$$p = p_a + p_s [Pa](1)$$

ahol:

p – felhasználható nyomás értéke [Pa]

p_a – alaki ellenállásból adódó nyomásvesztés [Pa]

p_s – súrlódásból adódó nyomásvesztés [Pa]

Mivel egyértelműen nem határozható meg, hogy melyik csapoló helyezkedik el hidraulikailag a legkedvezőtlenebb helyen, ezáltal a mértékadó (elméleti) vízfogyasztás sem, ezért a méretezésnek kettő 0. fázisa van:

1. Elsősorban a Pince szinti alapvezetéken lévő legtávolabbi csapolóra végzem el a csőhálózat számításait.
2. Második körben pedig a Galéria szinti alapvezetéken végzem el a méretezést, amely később egyesítve a Pince szinti alapvezetékkel köt a bekötő vezetékre.

A számítások végeredményeképpen – amely a következő fejezetekben kerül részletezésre – megkapom a legkedvezőtlenebb csapoló tényleges helyzetét, végezetül a befejező számítást, nyomásfokozó berendezés kiválasztását el tudom végezni.

Méretezéskor számítási módszeremként továbbá az alábbi sarokpontokat alkalmazom:

- Mivel minden szoba teljesen egyforma, így a strangvezeték végén lévő szobában kiszámított csőátmérőket alkalmazom a többi szobában is.
- A közös vezeték a gerincvezeték. Méretét az abba becsatlakozó két alapvezeték méretezés után határozom meg.
- Egy felszálló vezetéket különböző térfogatáramú kisebb szakaszokra bontok, ez a gyakorlatban egy-egy hotelszoba váltásánál, becsatlakozásánál következik be.

Az egyes felszállóvezetékhez tartozó sorszámot az 1. mellékletben szereplő építész terv ábrázolja. Jól látható, hogy vannak olyan strangok, melyek egy, illetve vannak olyan vezetékek, amelyek kettő szobát kötnek le szintenként. A későbbi számítások egyértelművé tételéhez az alábbi táblázat mutatja be a felszálló vezetékenkénti csapolóegységek összegét.

- A pince szinti alapvezeték utolsó strangja egy úgynevezett „szimpla” strang, a galéria szinti alapvezetéké pedig „dupla” strang. Számításkor megkapom ezeknek a felszállító vezetékeknek a dimenzióit és sematikusan alkalmazom a többi, megmaradó felszálló vezetékre, ezeket külön méretezni nem szükséges, hiszen szobakiosztástól függően ezek ekvivalensek.

4. táblázat – Típus strangok csapolóegyenértékei

H.01, H.04, H.05, H.06, H.09, H.18 és H21 jelű strangok 6-6 szobát látnak el	$\Sigma N = 6 * 2,25 = 13,5/strang$
H.02, H.03, H.07, H.08, H.10, H.11, H.12, H.14, H.15, H.16, H.17, H.19 és H.20 jelű strangok 12-12 szobát látnak el	$\Sigma N = 12 * 2,25 = 27/strang$
H.13 eltér a többitől, mivel ez a strang látja el a szobaasszonyi szobákat, ahol minden szinten található 1-1 falikút és mosdó. Továbbá a páratlan sorszámú szinteken még 1-1 mosdó és WC is megjelenik.	$\Sigma N = 15,75$

Az egyes szakaszok térfogatáramának meghatározására az MSZ-04-132-1991-es szabvány F.1.2.3 bekezdésében leírt formulát használok. A szabvány lakóépületekre és egyéb kommunális jellegű épületekre ad számítási módszert. Ezek alapján:

$$\dot{V} = \alpha * 0,2 * \sqrt[3]{N} \text{ (l/s)(2)}$$

ahol:

\dot{V} – a mértékadó (elméleti) térfogatáram az adott szakaszon (l/s)

N – a csapolóegyenértékek összege a mértékadó szakaszon (–)

a – gyökkitevő az egy főre eső napi vízfogyasztás alapján (l/fő)

α – az épület rendeltetésétől függő tényező

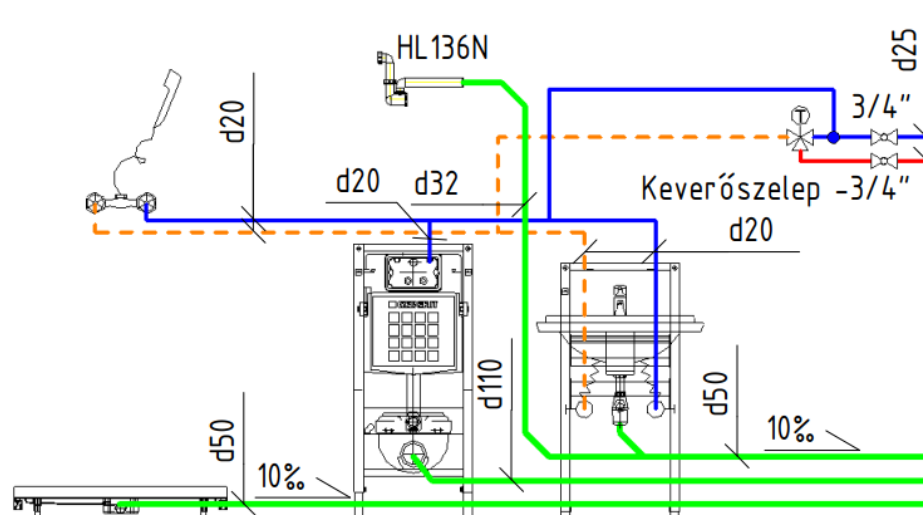
Adatszolgáltatások és számításaim alapján az egy főre eső napi vízfogyasztása 150 l/d.fő. A tárgyi létesítmény jellege pedig **szálloda**. Tehát:

$$a = 2,15$$

$$\alpha = 2,5$$

5.3.1 Egy általános vendégszobára jutó csapolóegyenértékek:

A tipizált hotelszobában található egy csoportos zuhany (esőztető és kézizuhany), egy központi melegvíz-ellátású mosdócsaptelep és egy nyomógombos WC berendezés. Egy általános szoba kapcsolási rajza az 27. ábrán, csapoló egyenértékei az 5. táblázatban láthatók.



27. ábra - Általános hotelszoba csapolói

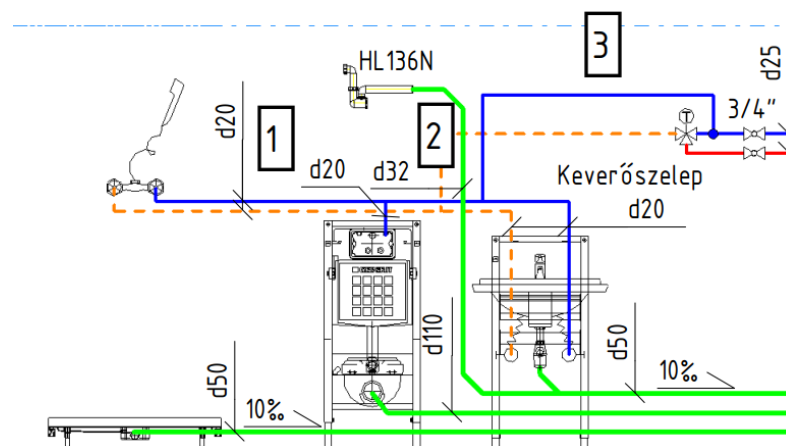
5. táblázat – Egy általános szoba csapolóegyenértéke

Szerelvény megnevezése	Csapoló egyenérték, N	Csapoló mennyiség	ΣN
WC-öblítőtartály szelep	0,25	1	0,25
Központi melegvíz-ellátású mosdó-csaptelep	1	1	1
Csoportos zuhany	1	1	1
		ΣN	2,25

5.3.2 Pincei alapvezeték

5.3.2.1 Térfogatáramok meghatározása

Első körben a H21 jelű strangot méretezem, amelyek az alábbi szakaszokra bontható. A szakaszok felbontását a térfogatáramok változásához kötöttem, így valamennyinél szükséges meghatározni azt.



1. Az első szakasz a csoportos zuhany berendezést látja el, amelynek a csapolóegyenértéke $N = 1$

Egy darab fogyasztó esetén nem végzem el az egyidejűségi számítást, nem relevancia. Ehhez a szakaszhoz tartozó vízmennyiség a csapolón átfolyó mennyiség, tehát:

$$V_1 = 0,2 \frac{l}{s}$$

2. A második szakasz a zuhanyzón felül még a WC berendezést is ellátja. Behelyettesítve a (2) számú képletbe az alábbi mennyiséget kapom. ($\Sigma N = 1,25$)

$$V_2 = 0,555 \frac{l}{s}$$

3. A harmadik szakasznál becsatlakozik a hálózatba a mosdó vízellátása is, így kiegészítve a komplett szobát. Ezesetben az egy szobára jutó csapolóegyenértékkel számolok ($\Sigma N = 2,25$)

$$V_3 = 0,729 \frac{l}{s}$$

4. A legkedvezőtlenebb csapoló a 6. emeleten található. A már részletezett $N = 2,25$ érték érvényes egy adott szobára. A negyedik szakasznál egy komplett szoba adódik az eddigiekhez. Egészen majd a 9. szakaszig, ahol is becsatlakozik a Galéria szinten az alapvezetékbe egy teljes felszálló vezeték. ($\Sigma N = 4,5$)

$$V_4 = 1,006 \frac{l}{s}$$

5. Az ötödik szakasz 3 teljes szobát lát el. ($\Sigma N = 6,75$)

$$V_5 = 1,215 \frac{l}{s}$$

6. A hatodik szakasz 4 teljes szobát lát el. ($\Sigma N = 9$)

$$V_6 = 1,389 \frac{l}{s}$$

7. A hetedik szakasz 5 teljes szobát lát el. ($\Sigma N = 11,25$)

$$V_7 = 1,541 \frac{l}{s}$$

8. A nyolcadik szakasz 6 teljes szobát lát el. ($\Sigma N = 13,5$)

$$V_8 = 1,678 \frac{l}{s}$$

9. A kilencedik szakasz már az alapvezetéken helyezkedik el, belesatlakozik a H.19 jelű „dupla” strang – a dupla megnevezést a szintenként két szoba lekötése miatt kapta -, így már kettő strangot lát el ez a szakasz. ($\Sigma N = 40,5$)

$$V_9 = 2,797 \frac{l}{s}$$

10. A tizedik szakaszba szintén egy újabb teljes felszálló vezeték csatlakozik, a H.20 jelű. ($\Sigma N = 67,5$)

$$V_{10} = 3,547 \frac{l}{s}$$

11. A soron következő, alapvezetékbe becsatlakozó strang a H.18. A 18. számú strang „szimpla” strang, ahogy az 5. számú táblázatban fel is lett tüntetve. ($\Sigma N = 81$)

$$V_{11} = 3,860 \frac{l}{s}$$

12. A tizenkettedik szakaszba az épület északi oldalán lévő Galéria szinti alapvezetékébe az utolsó strang csatlakozik be, a H.17 számú. ($\Sigma N = 108$)

$$V_{12} = 4,413 \frac{l}{s}$$

13. Az utolsó előtti szakaszba mielőtt elérnénk a bekötővezetékét, illetve a nyomásfokozó szivattyúkat a Pince szinti alapvezetékbe beleköt a másik alapvezeték, a Galéria szinti. Ezáltal másik alapvezeték vízmennyiségei hozzáadódnak a számításhoz, ezen felül a Galéria és Földszinti közösségi vizesblokkok, személyzeti vizesblokkok, takarítószerterek, amelyeknek csapolóegyenértékeit összesítve a következő táblázat tartalmazza:

6. táblázat – Személyzeti vizesblokkok összesített csapolóegyenértéke

Szerelvény megnevezése	Csapoló egyenérték, N	Csapoló mennyiség	ΣN
Kifolyószelep	1	4	4
Fali vizeldeszelep	0,17	4	0,68
WC-öblítőtartály szelep	0,25	18	4,5
Központi melegvíz-ellátású mosdó-csapterlep	1	20	20
Csoportos zuhany	1	4	4
		ΣN	33,18

Mindezek alapján $\Sigma N = 108$ (előző szakaszból) + *maradék strang csapolóértéke* + 33,18 (közös terek csapolóértékei) = 108 + 399,93 = 507,93

A rendszerhez csatlakozó konyhatechnológia hálózati vízfogyasztása az adatszolgáltatás alapján 5000 liter/nap, azaz 0,058 l/s. Ezt az értéket hozzáadva a szakasz vízmennyisége:

$$V_{13} = 9,067 \frac{l}{s}$$

Megjegyzés: az épület vízhálózatán lévő olyan falikutakat, amelyek pl.: Vízfogadó, Távhőközpont, Hűtőgépház helyiségekben kerülnek kialakításra nem vettem figyelembe a méretezéskor. Ugyanis ezek a rendszer egészét tekintve elenyésző berendezések, illetve használatuk igen ritka, nagyrészt ürítési célból kerülnek kiépítésre.

14. A vízfogadóba csatlakozáskor az utolsó szakaszként, melynek vízmennyiségével kalkulálni kell az az épület Melegvíz ellátásához szükséges vízmennyiség. Melegvíz a 198 darab szobában a zuhanyzóknak, mosdóknak szükséges, valamint a közösségi terekben a zuhanyzóknak, mosdóknak és falikutaknak. Ezeknek a csapolóknak az egyenértéke 420. Így ezen a szakaszon $\Sigma N = 927,93$.

$$V_{14} = 12,0588 \frac{l}{s}$$

5.3.2.2 Csőátmérő meghatározás

A veszteségekre – súrlódásból és alaki ellenállásból adódó – fordítandó nyomás érték kiszámításához szükséges meghatározni az adott szakasz csőátmérőjét, amelyet a Kontinuitási törvény ($\dot{V} = A * v = \text{állandó}$) és az MSZ-04-132-1991 szabványban leírt vízsebességek figyelembevételével határozom meg.

A maximális sebességek a következők:

- Alapvezeték 2,5 m/s
- Strang 1,5 m/s
- Ágvezeték 1,5 m/s
- Szobákban 1 m/s

Az 1. szakasz csak a zuhanyt látja el, az MSZ-04-132-1991 szabvány F.1.1 táblázata 15 mm névleges átmérőt ajánl.

Kontinuitási törvényből a következőket kapom:

$$\dot{V} = A * v = \frac{d^2 \pi}{4} * v \rightarrow d = \sqrt{\frac{4\dot{V}}{v\pi}} [mm] (3)$$

Ahhoz, hogy mindent be lehessen helyettesíteni a képletbe a térfogatáramokat át kell váltani l/s mértékegységről m³/s egységre, amelyet az alábbi táblázat foglal össze. Továbbá tartalmazza az adott szakaszok megengedett vízsebességét. 1-3 szakaszok a szobákban, 4-12. szakaszok a strangban-ágvezetékben, 13 és 14 szakaszok pedig a bekötő, illetve alapvezetékben találhatók.

7. táblázat – Adott szakaszokra megengedett áramlási sebességek

Sorszám	l/s	m ³ /s	m/s
1. szakasz	0,2	0,0002	1
2. szakasz	0,554682	0,000555	1
3. szakasz	0,729081	0,000729	1
4. szakasz	1,006444	0,001006	1,5
5. szakasz	1,215326	0,001215	1,5
6. szakasz	1,389325	0,001389	1,5
7. szakasz	1,541268	0,001541	1,5
8. szakasz	1,67767	0,001678	1,5
9. szakasz	2,796556	0,002797	1,5
10. szakasz	3,546574	0,003547	1,5
11. szakasz	3,860446	0,00386	1,5
12. szakasz	4,413148	0,004413	1,5
13. szakasz	9,067141	0,009125	2,5
14. szakasz	11,83072	0,011831	2,5

Az (3) számú képletbe való helyettesítések után a szakaszonkénti belső átmérőket, az abból kiválasztott, tényleges belső átmérőket az 8. számú táblázat összesíti. Továbbá magába foglalja a tényleges átmérőben keletkező szakaszonkénti valós áramlási sebességeket is.

8. táblázat – Számított- és választott átmérők, valós sebességek

Sorszám	d _{belső} számított [m]	d _{belső} számított [mm]	d _{belső} választott [mm]	V _{valós} [m/s]
1. szakasz	-		15,5	1,059929
2. szakasz	0,026575	26,57524	20,5	1,680532
3. szakasz	0,030468	30,46793	29	1,103799
4. szakasz	0,029228	29,22835	36,2	0,977874
5. szakasz	0,032119	32,11854	36,2	1,180825
6. szakasz	0,034341	34,34087	45,8	0,843302
7. szakasz	0,03617	36,17	45,8	0,935529
8. szakasz	0,037737	37,7366	45,8	1,018324
9. szakasz	0,048722	48,72156	54,4	1,203194
10. szakasz	0,054867	54,86734	54,4	1,525883
11. szakasz	0,057244	57,24376	65,4	1,149191
12. szakasz	0,061205	61,20455	65,4	1,313721
13. szakasz	0,068173	68,17283	79,8	1,824555
14. szakasz	0,078368	78,36765	79,8	2,411059

5.3.2.3 Csősúrlódás

A súrlódási- és alakhi veszteségek meghatározásához a csőátmérőn felül szükséges kiszámítani a csősúrlódási tényezőt is, azonban annak számításához előzetesen ismernem kell az adott szakaszokra vonatkozó Reynolds számot. A Reynolds szám adja meg hő- és áramlástanban a részecskékre ható erők és a viszkozitási erők közötti viszonyszámot.

Korábbi egyetemi tanulmányaim alapján a Reynolds szám a következő képlettel határozható meg, tehát a sebesség és egy jellemző hosszúság – jelen esetben az adott vezeték szakasz átmérője – szorzatának és a fluidum kinematikai viszkozitásának viszonyszáma. (Bohl, 1983)

$$Re = \frac{v * d}{\nu}$$

Kinematikai viszkozitásként hidegvíz közegre az $1,007 * 10^{-6} \frac{m^2}{s}$ értéket veszek fel. A Reynolds szám mutatja meg, utal arra, hogy az áramlás közege lamináris vagy turbulens. A határszám a két áramlástípus között a 2320. Az alábbi táblázatban látszik, hogy a teljes rendszerben az áramlás turbulens lesz. Ebben az esetben, attól függően, hogy a dimenzió nélküli Reynolds szám mely tartományba esik a Blasius féle képletet, illetve a Nikuradse képletet alkalmazom. Az előbbi 2320 és 10^5 intervallumban, az utóbbi fölötté egészen $5 * 10^6$ értékig alkalmazandó. Ezek alapján a Reynolds szám és az abból számított csősúrlódási tényezők értékeit az 9. táblázat tartalmazza. Számítás módszertana alapján, illetve az értékekből látszik, hogy a 13 és 14. szakaszok azok, amelyeket Nikuradse módszerével számoltam.

9. táblázat – Reynolds szám és csősúrlódási tényező

Sorszám	Reynolds szám	Csősúrlódási tényező
1. szakasz	16314,69449	0,027839998
2. szakasz	34211,42909	0,023135087
3. szakasz	31787,65398	0,023564016
4. szakasz	35152,95642	0,022978595
5. szakasz	42448,73641	0,021920363
6. szakasz	38354,72734	0,022483256
7. szakasz	42549,38864	0,021907388
8. szakasz	46315,0152	0,021447836
9. szakasz	64998,78699	0,019705507

10. szakasz	82431,02816	0,018569117
11. szakasz	74634,62494	0,019036138
12. szakasz	85320,10771	0,018409885
13. szakasz	144587,3566	0,045226392
14. szakasz	191065,068	0,044380903

5.3.2.4 Ellenállások számítása

Az eddig elvégzett számítások eredményeit felhasználva ebben a fejezetben az ellenállások számítását végzem el, annak érdekében, hogy a tervezés utolsó fázisaként el tudjam végezni a vizsgálatot azzal a kérdéskörrel kapcsolatosan, hogy szükséges-e, és ha igen, mekkora nyomásfokozó berendezés betervezése.

Súrlódási ellenállás

Súrlódási ellenállás meghatározásához az alábbi részeredményeket használom fel:

1. Választott csőátmérő
2. Áramláskor kialakuló valós közegsebesség
3. Adott szakasz hossza
4. Előző fejezetben részletezett, adott szakasz csősúrlódási tényezője
5. Közeg sűrűsége

A méretezés fejezetben leírt formulából kifejezve a súrlódási ellenállás tagot, az alábbi képletet kapom:

$$p_s = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho}{2} v^2 [Pa]$$

A képletbe szakaszonként behelyettesítve az alábbi táblázat eredményeit kapom:

10. táblázat – Súrlódási ellenállások az adott szakaszokon

Sorszám	L [m]	ps [bar]
1. szakasz	1,1	0,011072702
2. szakasz	2,4	0,038158574
3. szakasz	3,5	0,017284994
4. szakasz	3,3	0,009992274
5. szakasz	3,3	0,013899348
6. szakasz	3,3	0,00574703

7. szakasz	3,3	0,006891657
8. szakasz	6,9	0,016715088
9. szakasz	0,6	0,001569573
10. szakasz	6,4	0,025373763
11. szakasz	1,6	0,00306814
12. szakasz	80,3	0,194609973
13. szakasz	4,6	0,043294293
14. szakasz	9,8	0,158053834

Alaki ellenállás

Az alaki ellenállás, másnéven alaki veszteség a csőrendszerben található idomok, szerelvények okozzák. Meghatározását számítással végzem el a gyártó által meghatározott alaki ellenállás tényezőket alkalmazva.

$$p_a = \Sigma \zeta \frac{\rho}{2} v^2 [Pa]$$

Súrlódási ellenálláshoz hasonlóan szintén táblázatosan szemléltetem a részeredményeket, illetve a táblázat tartalmazza az adott szakaszban található alaki ellenállást okozó idomok, szerelvények számát.

11. táblázat – Alaki ellenállások adott szakaszokon

Sorszám	idomok száma [db]	$\Sigma \zeta$	p_a [bar]
1. szakasz	1 x könyök 1 x sarokszelep	5,7	0,031945
2. szakasz	2 x könyök 1 x T-átmenet 1 x szűkítő	10,4	0,14652
3. szakasz	3 x könyök 1 x T-elágazás 1 x elzárószelep 1 x	8,2	0,049838
4. szakasz	1 x T-átmenet 1 x szűkítő	0,7	0,003339
5. szakasz	1 x T-átmenet	0,3	0,002087
6. szakasz	1 x T-átmenet 1 x szűkítő	0,7	0,002483
7. szakasz	1 x T-átmenet	0,3	0,00131
8. szakasz	1 x T-átmenet 5 x könyök 1 x elzárószelep	7,1	0,036728
9. szakasz	1 x T-átmenet 1 x szűkítő	0,7	0,005055
10. szakasz	1 x T-átmenet 7 x könyök 1 x T-elágazás	10,7	0,124279
11. szakasz	1 x T-elágazás x 1 könyök x 1 szűkítő	3	0,019764
12. szakasz	1 x T-átmenet x 16 könyök	21,1	0,18166
13. szakasz	1 x T-átmenet x 4 könyök x 1 szűkítő	5,9	0,09798
14. szakasz	1 x T-elágazás x 9 könyök x 1 szűkítő	13,4	0,388589

5.3.3 Galéria szinti alapvezeték

A galéria szinti számítások módszertana teljes egészében megegyezik az eddig leírtakkal. A rendszer bonyolultsága, nagysága miatt erre a szakaszra is elvégeztem a méretezést, hiszen látszólag a fizikálisan legtávolabb lévő H-06-28/a szobában – amely a pince szinti alapvezetéken helyezkedik el – elhelyezkedő csapoló tűnik a hidraulikailag legkedvezőtlenebb pozícióban, ám a számítások nem igazolják ezt a felvetést. Ellenkezőleg, a galéria szinti alapvezetéken lévő H-06-23/a szoba utolsó csapolója a mértékadó csapoló, ez a részzszakasz a méretezés alapja.

Galéria szinti eredmények szintén a mellékletben található.

5.3.4 Konklúzió

Ahogy a számításaim alátámasztják, valóban a galéria szinti alapvezetéken lévő utolsó csapoló a mérvadó, ezt az alábbi, ellenállásokat tartalmazó táblázat be is igazolja. Látható, hogy a két alrendszer közül az egyiknek – másikkal mekkora ellenállása van, magától értetődően a nagyobb ellenállás a mértékadó.

	Pince szint	Galéria szint
Súrlódási ellenállás [bar]	0,54573	1,22213
Alaki ellenállás [bar]	1,09158	1,78262
Összesen [bar]	1,63731	3,00474

5.3.5 Eleget-e a hálózati nyomás?

Ehhez a kérdéshez azt szükséges megvizsgálni, hogy a rendszerben fellépő veszteségek/ellenállások összege meghaladja-e a közműszolgáltató által biztosított üzemi nyomásértéket.

- Geodetikus veszteség a legmagasabban fekvő csapoló és a közműcsatlakozás közötti magasságkülönbségből adódóan

$$p_g = \rho gh = 997,7 * 9,81 * 26,2 = 256430,8494 Pa = 2,5643 bar$$

- Alaki ellenállás a mértékadó szakaszon

$$p_a = 1,7826 bar$$

- Súrlódásból adódó ellenállás a mértékadó szakaszon

$$p_s = 1,2221 bar$$

- Vízmérő óra ellenállása

Vízmérő óra betervezése nem a feladat része, azt a projekten belül a Fővárosi Vízművek szállítási terjedelme, azonban az ekkora térfogatáramhoz tartozó vízórák ellenállása javarészt megegyezik, amelyet az alábbi értéként vettem fel

$$p_v = 0,3 bar$$

- Kifolyási nyomás vesztesége

Igaz, hogy a szabvány szerint 0,5 bar kifolyási nyomást kell biztosítani, de úgy gondolom, hogy napjainkban a modern épületgépészetben már az 1 bar érték az, amely a mérnöki gyakorlatnak megfelel

$$p_k = 1 bar$$

- Vízszűrő vesztesége

Gyártói adatlapból kiolvasta 12 l/s térfogatáramhoz tartozó ellenállás

$$p_{szűrő} = 0,3 bar$$

- Üzemi nyomás

Fővárosi vízművek adatszolgáltatása alapján az épületbe belépő víz nyomása

$$p_{\ddot{u}} = 3 bar$$

Ezekből az értékekből számítható a felhasználható nyomás értéke:

$$p_f = p_{\ddot{u}} - p_g - p_a - p_s - p_v - p_k - p_{szűrő}$$

$$= 3 - 2,5643 - 1,7826 - 1,2221 - 0,3 - 1 - 0,3 = -4,0691 bar$$

A negatív előjel azt jelenti, hogy az üzemi nyomás nem elegendő a rendszer megfelelő ellátásához. Kvázi ez az érték a nyomásfokozó berendezés emelőmagassága méter mértékegységben kifejezve.

5.3.6 Nyomásfokozó berendezés kiválasztása

Az előző fejezetben bebizonyosodott, hogy az üzemi, hálózati nyomás nem elegendő a csúcsfogyasztás ~ 12 liter/másodperc térfogatáram ellátására, ezért légüstös nyomásfokozó berendezést tervezek a rendszerbe.

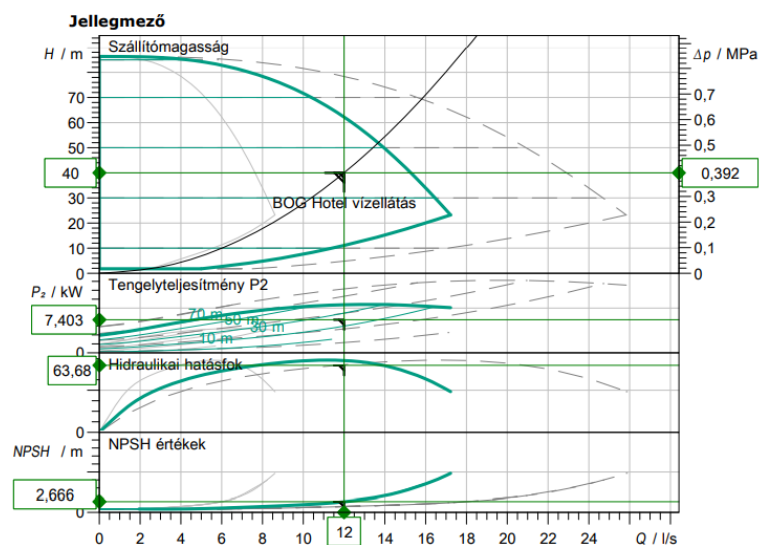
Tehát a munkapont, amelyre a nyomásfokozót kiválasztom:

- 12,0008 l/s
- 39,825 m

Szállodalétesítmény révén a hidegvízellátási rendszer az amelyik a legnagyobb kiterheltség alatt áll az érkező vendégek fogyasztási szokásai miatt, ezért a nyomásfokozó berendezés megválasztásánál az alábbi szempontokat veszem figyelembe:

- Frekvenciaváltós berendezést választok a nyomásingadozások elkerülése érdekében
- Többszivattyús telep, hogy egy szivattyú üzemből kiesése esetén is biztosított legyen a 100%-os vízigény ellátása
- Szabályozhatóság
- Automatizáltság
- Vízhányvédelem

A kiválasztást Wilo Select 4 Szivattyúméretező szoftverrel végeztem el, majd a szoftver által felajánlott alternatívákból a **Wilo SiBoost Smart 3 Helix VE 1605** nyomásfokozó berendezést választom, részletes adatlapja a mellékletek része.



28. ábra - Nyomásfokozó berendezés munkapontja

6. Használati melegvíz

A magas fogyasztási igények miatt a melegvíz ellátást központi kialakításúra tervezem. A levegős hőszivattyú a HMV készítéshez szükséges magas hőmérsékletű fűtővizet rossz hatásfokkal állítja elő, ezért a szálloda esetében a szobai és a konyhai használati melegvizet távfűtés szolgáltatja. A HMV tárolókat a távhő fogadó helyiségben kialakított HMV blokk hőcserélők látják el a szükséges hőenergiával. A használati melegvíz tartályokat, a táglási tartályokat, a cirkulációs szivattyút és az ezekhez szükséges szerelvényeket a FŐTÁV Zrt. szállítja, és a berendezések az ő hőközpontjukba kerülnek elhelyezésre. A csatlakozási pontokban 1-1 elzáró kerül beépítésre, melyek beépítése a primer rendszert tervező FŐTÁV Zrt. feladata.

Méretezéskor ugyanazokat a módszereket alkalmazom, mint a hidegvíz ellátásnál csupán annyi különbséggel, hogy a szobánkénti, valamint közösségi terenkénti csapolóegységek változnak a hidegvíz tervezéséhez képest. – Értelemszerűen a WC öblítőtartálynak melegvíz szolgáltatásnak nem szükséges. Ezen felül, amely a hidegvízhez képest módosul azok a közegre vonatkozó tulajdonságok:

$$\text{Sűrűség} - \rho_{HMV\ 55^{\circ}C} = 985,7 \frac{kg}{m^3}$$

$$\text{Kinematikai viszkozitás} - \nu_{HMV\ 55^{\circ}C} = 5,579791 * 10^{-7} \frac{m^2}{s}$$

A számítási részeredményeket tartalmazó táblázatot a dolgozat mellékleteként csatolom.

7. Cirkuláció

Az épületben a csapolók távolsága-, és a vonatkozó előírások alapján cirkulációs hálózatot létsítek energiatakarékos változó térfogat árammal és termosztatikus cirkulációs szelepekkel. A cirkulációs vezetéket az aknában vezetem, a szállodai szobákon belül cirkulációs hálózat nem lesz kialakítva. A cirkulációs szivattyú szabályozását úgy kell kialakítani, hogy biztosítva legyen az időprogram szerinti üzemeltetés lehetősége is.

Ezzel az alábbi problémákat kívánom megoldani:

1. Csapoló megnyitása után „azonnal” melegvíz

2. Hővesztések minimalizálása
3. Víztakarékosság
4. Legionella elleni termikus védelem

A méretezést a német DVGW W553 szabvány javaslatai alapján végzem el, annak is a részletes számítási módszereivel, hogy a rendszer feleslegesen ne legyen túlméretes, így a beruházási és üzemeltetési költségeket optimalizálva. Cirkulációs rendszer méretezésének természetesen legelső lépése a HMV rendszer ismerete, annak dimenzióinak meghatározása – ezt az előző fejezetben meg is tettem, el is végeztem.

7.1 Csővezetés

A cirkulációs rendszer becsatlakozási pontjai minden felszálló vezeték esetén a 6. emeleti szobák aknájában található, ott történik meg a HMV-vel való összekötése, így minimális az átkeringtetés nélküli szakaszok száma. Rendszerfelbontást tekintetében pedig a távhőközpontból kijöve válik két nagy résszé a cirkulációs rendszer – az egyik, amely a pincében végighalad és az arra csatlakozó strangokra köt, a másik pedig a galéria szinti alapvezeték strangjaira kapcsolódik.

7.2 Vezetékszakaszok hővesztései

A részletes eljárás során pontosan meghatározom az előremenő – HMV – vezetékszakaszokon létrejövő hővesztéséget. A W553 szabvány szerint az előremenő ágban a megengedett lehűlés 2°C, így a HMV hőmérsékletváltozása elenyésző, nem szükséges figyelembe vennem.

Hővesztések meghatározása:

$$\dot{Q}_i = l_i(t_{b,i} - t_{k,i})k_i [W]$$

ahol:

l_i – vezetékszakasz hossza [m]

$t_{b,i}$ – a HMV hőmérséklete [°C]

$t_{k,i}$ – vezetékszakasz környezeti hőmérséklete [°C]

k_i – fajlagos hőátbocsátási tényező $[\frac{W}{mK}]$

A szabvány a részletes számításban egy olyan egyszerűsítést enged meg, hogy a „k” fajlagos hőátbocsátási tényező 0,2 W/mK értékkel közelíthető, így ezt az egyszerűsítést megengedem a méretezéskor. A fenti képletet alkalmazva, valamint egységesen t_b értéket 55°C-ra és t_k értéket 21°C-ra rögzítve a hőveszteségek az alábbiak szerint alakulnak:

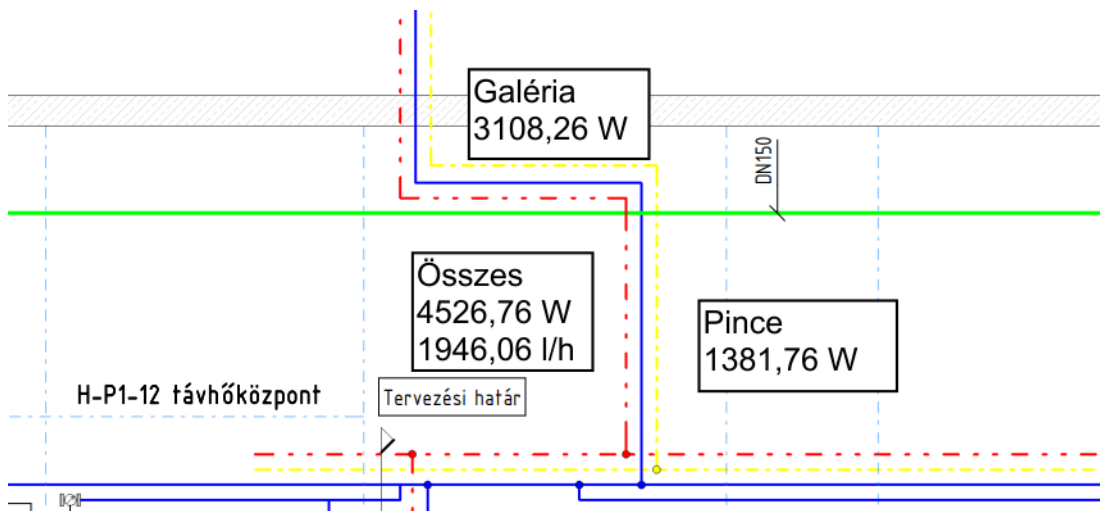
12. táblázat - Hőveszteségek

	Szakaszok	Hossz [m]	Hőveszteség [W]
	H01-H21 Strang	22,3	151,64 / strang
	Közös szakasz	5,4	36,72
Pince	Elágazás-H17	77	523,6
	H17-H18	1,6	10,88
	H18-hoz elosztó	1	6,8
	H18-H19	6,8	46,24
	H19-H20	0,5	3,4
	H21-hez elosztó	4,8	32,64
Galéria	Elágazás-H01	8,6	58,48
	H01-H02 és H03	5	34
	H02 és H03 bekötő	2,8	19,04
	H02 és 3-H04 és H05	5,8	39,44
	H04 és H05 bekötő	2,8	19,04
	H04 és 5-H06 és H07	4,8	32,64
	H06 és H07 bekötő	2,8	19,04
	H06 és H07-H08	7	47,6
	H08 bekötő	2,8	19,04
	H08-H09	7,9	53,72
	H09 bekötő	2,8	19,04
	H09-H10	4,9	33,32
	H10 bekötő	3,8	25,84
	H10-H11	13,6	92,48
	H11-H12	1	6,8
	H12-H14	6,4	43,52
	H14-H13	5	34
	H13 bekötő	3	20,4
H13-H15	6,1	41,48	
H15-H16	3,4	23,12	

A táblázatból kiolvastva a hálózat teljes hővesztesége **4526,76 W** ebből elágazva **1381,76 W** és **3108,28 W**, ezen felül a közös szakaszon **36,72 W** hőveszteség.

7.3 Térfogatáramok meghatározása

$$\dot{m}_{\text{összes}} = \frac{Q_{\text{összes}}}{c\Delta t_{\text{meg}}} = \frac{4526,76}{4187 * 2} = 0,5406 \frac{\text{kg}}{\text{s}} = 1946,06 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$



29. ábra - Hőáramok megoszlása a betáp után

A cirkulációs vezeték elágazásáig a közös szakaszon 1946,06 l/h a cirkulációs térfogatáram. A pince szinti alrendszer a H17-H21 strangok cirkulációs vezetékét táplálja, a galéria szinti pedig a maradékát. Elindulva a galéria szint felé ebben a csomópontban a pincei leágazás felé a hőveszteség 1381,76 W, így a főágban marad 3108,26 W hőáram. A két hőáram összege 4490,02 W, a csomópontba beérkező tömegáram pedig a teljes cirkulációs tömegáram azaz 1946,06 l/h. Ezen értékekből számítva a leágazások térfogatárama:

$$\dot{m}_{\text{galéria}} = 1946,06 * \frac{3108,26}{4490,02} = 1347,1841 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

$$\dot{m}_{\text{pince}} = 1946,06 * \frac{1381,76}{4490,02} = 598,8794 \frac{\text{l}}{\text{h}}$$

Logikus, hogy a csomópontból kilépő két térfogatáram meg kell, hogy egyezzen a csomópontba belépő térfogatárammal. A további térfogatáramok képét, alakulását

ugyanazzal a leágazás-főág módszert tovább véve határozom meg. Egyes csomópontok számításánál fontos, hogy az odáig tartó elosztóvezeték hővesztesége levonásra kerüljön. A teljes rendszerre vonatkozó, csomópontonként a hőáramokat a lenti táblázat tartalmazza. A csomópontok számozását pedig az 6. számú melléklet cirkulációs sémáján tüntettem fel.

13. táblázat – Cirkulációs térfogatáramok

Csomópont	Leágazás hőáram [W]	Főág hőáram [W]	Csomóponti hőáram [W]	Q csomópont [l/h]	Q leágazás [l/h]	Q főág [l/h]
Galéria szint felé						
1	1381,76	3108,2	4490,04	1946,06	598,88	1347,18
2	151,64	2898,1	3049,8	1347,18	66,98	1280,20
3	303,28	2541,8	2845,12	1280,20	136,46	1143,74
4	303,28	2180,0	2483,36	1143,74	139,68	1004,06
5	303,28	1825,1	2128,4	1004,06	143,07	860,99
6	151,64	1606,8	1758,48	860,99	74,25	786,74
7	151,64	1382,4	1534,08	786,74	77,77	708,97
8	151,64	1171,6	1323,28	708,97	81,24	627,73
9	151,64	927,52	1079,16	627,73	88,21	539,52
10	151,64	769,08	920,72	539,52	88,86	450,66
11	151,64	573,92	725,56	450,66	94,19	356,48
12	151,64	367,88	519,52	356,48	104,05	252,43
13	151,64	174,76	326,4	252,43	117,27	135,15
14	151,64	0	151,64	135,15	135,15	0
Pincei alapvezeték felé						
15	3108,28	1381,7	4490,04	1946,06	1347,18	598,88
16	151,64	706,52	858,16	598,88	105,82	493,06
17	151,64	537,2	688,84	493,06	108,54	384,51
18	151,64	339,32	490,96	384,51	118,76	265,75
19	151,64	184,28	335,92	265,75	119,96	145,79
20	151,64	0	151,64	145,79	145,79	0

7.4 Csőátmérők meghatározása

Csődimenziók számítását a vezetékben létrejövő megengedett sebesség alapján végeztem el. A megengedett sebességet 0,5 m/s értékben határoztam meg, azonban a pince szinteken, ahol csak parkolók vannak 1 m/s sebességet is megengedek. A csomópontokhoz tartozó részzszakaszok választott átmérője és a valós sebességek:

14. táblázat – Szakaszok átmérői

Csomópont	Választott belső átmérő [mm]	Tényleges sebesség [m/s]
1	65,4	0,4010
2	65,4	0,3811
3	54,4	0,4921
4	54,4	0,4320
5	54,4	0,3704
6	45,8	0,4775
7	45,8	0,4303
8	45,8	0,3810
9	45,8	0,3275
10	36,2	0,4379
11	36,2	0,3464
12	23,2	0,5971
13	23,2	0,3197
14	18	0,3197
15	36,2	0,5819
16	29	0,7465
17	23,2	0,9096
18	23,2	0,6287
19	18	0,5729
20	18	0,5729

Felszállóvezetékek átmérőjéhez a térfogatáramok értelemszerűen az adott szakaszoknál a leágazások térfogatáramai, ezek alapján a strangok átmérője:

15. táblázat – Strangok hőárama és átmérője

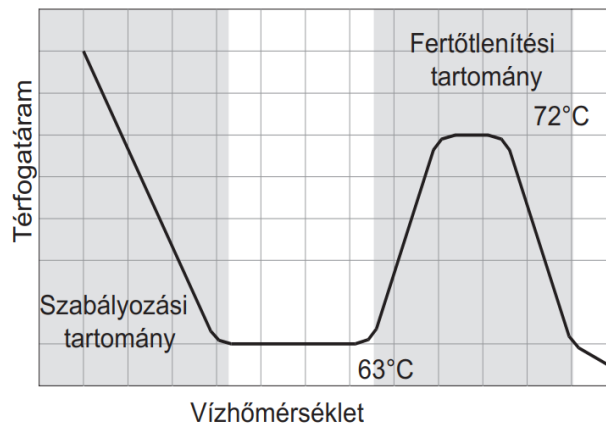
Strangok hőárama [W]	Strangok térfogatárama [l/h]	Számított átmérő [mm]
151,64	66,98	13,06
303,28	136,46	18,64
303,28	139,68	18,86
303,28	143,07	19,09
151,64	74,25	13,75
151,64	77,77	14,07
151,64	81,24	14,38
151,64	88,21	14,99
151,64	88,86	15,04
151,64	94,19	15,49
151,64	104,05	16,28
151,64	117,27	17,28
151,64	135,15	18,55
151,64	105,82	16,42
151,64	108,54	16,63
151,64	118,76	17,39
151,64	119,96	17,48
151,64	145,79	19,27

A táblázatból eredményeit összesítve, a cirkulációs strangok választott átmérőjének egységesen a DN20, azaz $d_b = 18,0$ mm belső átmérőt választom.

7.5 Cirkulációs szelep

Cirkulációs szelepként egy felhasználóbarát szerelvényt, a **Honeywell Resideo Braukmann V1810 Alwa-Kombi-4** HMV cirkulációs szabályozó szelepet választom a termikus működtető automatikájával.

Működését, előbeállítását tekintve roppant egyszerű, kivitelezőbarát. Alapvetően fojtószelepként korlátozza, beállítja a térfogatáramokat a cirkulációs vezetékben, az automatikus termikus működtetőjével pedig kívánt víz hőmérséklet állítható be, természetesen, ha ez a betápláló oldalról is biztosított. Amikor a hőmérséklet csökken a szelep elkezd kinyitni, ezáltal több vizet enged át, hőmérséklet növekedésnél pedig vissz szabályoz és fojtja a rendszeren.



30. ábra - Cirkulációs szelep jelleggörbe

A választott méret minden egyes felszállóvezetékre a 3/4"-os DN20-as szabályozó szelep, a fellépő térfogatáramokat képes beszabályozni minden ág esetén, ezen értékek az előző fejezetben kerültek részletezésre.

7.6 Termikus fertőtlenítés

A komfort HMV rendszer 40-45°C hőmérsékletű melegvizet biztosít a kifolyócsapoknál. Meghatározott időközönként a használati melegvizet 70°C-ra kell felmelegíteni a legionella baktérium elleni védekezés céljából. A szelep a termikus fertőtlenítés alkalmával 63°C fok felett újra nyit és a térfogatáram ezáltal megnő, majd amikor a víz eléri a 72°C-ot – tehát a fertőtlenítés megtörténtnek nyilvánítható – még jobban befojtja a szelepet. A fertőtlenítés végeztekor a víz hőmérséklet lecsökken, a szelep automatikusan vissz szabályoz eredeti állapotába.

8. CSATORNÁZÁS

8.1 Általános

A csatornahálózat tervezésénél az MSZ EN 12056:2001 és az MSZ 04–134–1991 sz. szabvány előírásait betartom. A csatornahálózat kialakításánál figyelembe veszem az OTÉK 77.§ előírásait.

A rendszer kialakítása átlátható, szisztematikus és egy bizonyos sémára épül a repetitív szobai kialakítások végett. A szobák között a hideg- és melegvízellátással, cirkulációs vezetékkel párhuzamosan közlekedik az adott aknában, ágvezetékei pedig a gipszkartonfalban kerülnek elvezetésre. Ez mind elmondható a csapadékvíz elvezetésre és szennyvízelvezetésre egyaránt.

Csatornázás fejezetében tehát a következőkkel foglalkozom:

- Szennyvízelvezetés
- Csapadékvíz elvezetés
- Konyhatechnológiai szennyvíz elvezetése

Az épületből kikerülő csatornavíz a pince -1. szintjében a kitöréseken át kerül ki a közműbe külön-külön közművezetéseken át. Az ejtő vezetékeknek az alapvezetékre történő csatlakozásánál, valamint az alapvezetéknek az épületből történő kilépésénél tisztító idomokat tervezek be a megfelelő tisztíthatóság és üzemeltetés érdekében. A kitörési pontokba visszatörődés gátlók kerülnek be a visszaáramlás elkerülése végett. Gravitációs vezetéken túl nyomott vezetékek is előfordulnak a rendszerben – ezek a zsompok, zsompszivattyúk többnyire a legalsó pinceszint (P2) keletkező csurgalékvizek összegyűjtésére szolgálnak.

8.2 Anyagválasztás

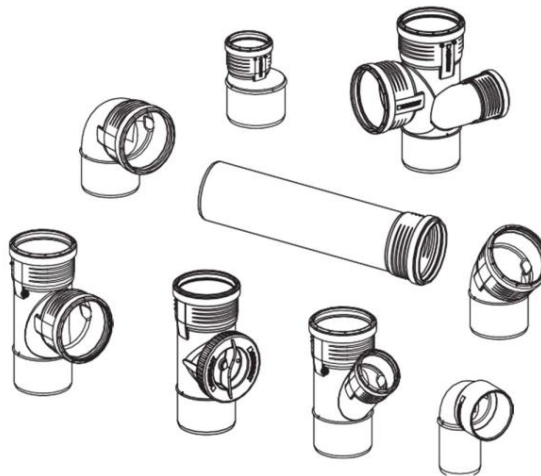
Az MSZ EN 12056:2001-es szabványsorozat megannyi anyagtípust enged meg a rendszer felépítéséhez. Az átláthatóság, szisztematikusság érdekében az általam választott anyagok egy gyártói családba tartoznak, a maga piacán vezető szerepet betöltő szaniter alkatrészek és víz elvezető rendszereket gyártó és forgalmazó Geberit vállalat termékcsaládjá.

Fő területek:

- Hotel szobák ágvezetékei
- Hotel szobák ejtővezetékei
- Alapvezetékek
- Konyhatechnológia
- Esővízelvezetés

Geberit Silent-PP

A Silent-PP rendszer tokos csatlakozású polipropilén alapanyagú szennyvízelvezető rendszer. Akusztikai tulajdonságai jobbak, mint a hagyományosan ejtővezetékként használt PE-HD cső. Mérettartománya, műszaki paraméterei mind az MSZ EN 12056-os szabványnak, mind a DIN 1986-100 szabványnak megfelelnek.



31. ábra - Geberit Silent PP

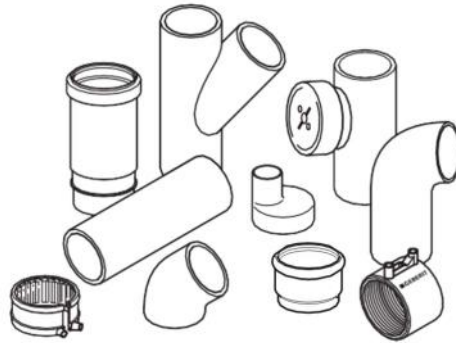
A rendszer hagyományos, nyomásmentes szennyvízelvezető rendszer, mérettartománya DN30-DN150-ig tart, nyomócsővezetékként nem alkalmazható. Ezért csak a következő helyeken terveztem be a kedvező zajszűrő hatása miatt:

- Szobai, vizesblokki ágvezetékek
- Szobai ejtővezetékek
- Vizesblokkok szennyvízelvezető rendszerei

A csövek idomok összekapcsolása tokosan az EPDM anyagú ajaktömítéssel történik, az idomokon a szerelés elősegítéséhez betolási mélység jelző is rendelkezésre áll.

Geberit PE

Széles mérettartománya (DN30-DN300) miatt az alapvezetékek anyagaként a PE rendszert választom. Kis fajlagos súllyal, valamint a tompa-, valamint elektrofúziós hegesztési eljárások miatt nagy szilárdsággal és tömítettséggel rendelkeznek.



32. ábra - Geberit PEHD

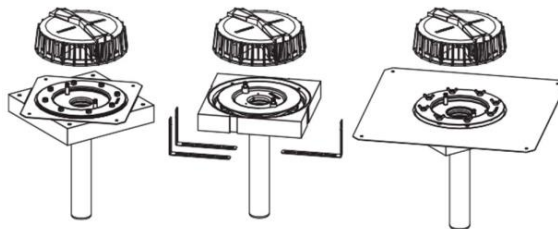
Olyan helyekre szánom a beépítését, ahol a zajhatás csökkentése nem prioritás, tehát:

- Pince szintű alapvezeték, ágvezetékek
- Konyhai alapvezeték

A konyhatechnológiának teljes mértékben megfelel, hiszen kiváló a vegyszer- és zsírállósága. A konyhatechnológia tokos csatlakozást kér a berendezéseihez, ez is megvalósítható, hiszen elérhetők rövidtokok, hosszútokok, zsuportokok a rendszerhez.

Geberit Pluvia

Későbbiekben ugyan a dolgozat magyarázatot ad miért is a vákuumos esővízelvezető rendszer mellett döntöttem, de előzetesen a Pluvia rendszert választottam. Kis dimenziók jellemzik a rendszert, ugyan anyaga a Geberit PE családdal megegyezik, ugyanazon idomok és csövek kerülnek felhasználásra. Egyedi tetőösszefolyóval épül a rendszer, a tető rétegrendjének megfelelően, továbbá rendszerelemként a saját rögzítőrendszere tartozik.



33. ábra - Geberit Pluvia

Wavin ED-Tech

Egyetlen elem tűnik ki a Geberit sorból, az pedig a Wavin ED-Tech csőrendszer. A polipropilén alapanyagú szennyvízelvezető lefolyócsőrendszert választom a Fan-Coil berendezések kondenzvizének elvezetésére. Könnyen szerelhető a tokos kapcsolatok miatt, környezetbarát, valamint a tömítések elasztomer anyagból készülnek, ezáltal növelt élettartammal rendelkezik. (Geberit, 2023)

Felhasznált méretsor és falvastagság:

DN	Geberit Silent PP	Geberit PE	Wavin ED-Tech
30	32x2	-	32x2
40	40x2	-	40x2
50	50x2	50x3	-
70	75x2.6	75x3	-
90	90x3.2	90x3.5	-
100	110x3.6	110x4.3	-
125	125x4.1	125x4.9	-
150	-	160x6.2	-
200	-	200x6.2	-
250	-	250x7.8	-

8.3 Szennyvízelvezetés

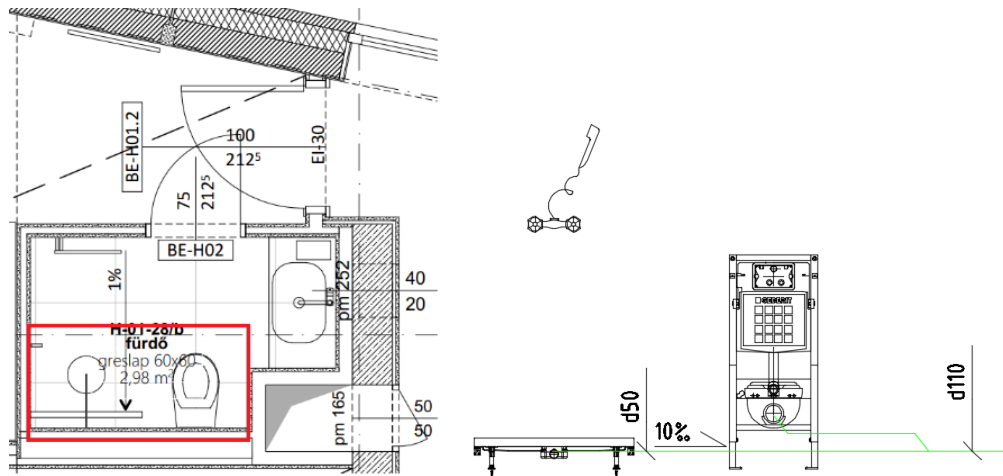
8.3.1 Szoba szennyvíz

Hasonlóan a vízellátásban taglalt szimpla- és duplastrang elvéhez, szennyvízelvezetés tervezésében is azt a módszert alkalmazom. Elsősorban az ágvezeték méretezését, kiválasztását végzem el, majd az ejtővezetékét, végül a pincei alapvezetékét. Természetesen a szobák becsatlakozása után a közösségi ágvezetékei is becsatlakoznak, illetve a rendszer elemei a zsompzivattyúk, olajfogó- és zsírfogó berendezések. A szobai ejtővezetékekre becsatlakozó ágvezetékek kialakítása nem 1-1 szobánként történik, mint a vízellátás szakágánál történő hideg- és melegvízvezeték. A csatornarendszer ágvezetékeit szellőztetés nélküli módszerrel alakítom ki a szobák relatív kis méretei, álmennyezet társszakágak miatti zsúfoltsága miatt. Dimenzióit, vonalvezetését, iránytöréseinek számát és lejtés értékét annak szabályai szerint választom meg.

Az ágvezetékek elvi felsorolászerűen, majd részletezve a következők szerint:

Attól függően, hogy adott ejtővezeték szintenként egy vagy kettő szoba szennyvizét vezeti el az ágvezeték lehet olyan, amely:

a) 1 x zuhany és 1 x WC berendezést



34. ábra – a) típusú ágvezeték

Az ágvezetékre vonatkozó mértékadó szennyvíz térfogatáram meghatározásához először a vezetékre csatlakozó berendezések DU tervezési értékeinek összegét határozom meg.

16. táblázat – a) típusú ág víznyelő értéke

Berendezési tárgy	Mennyiség [db]	Víznyelés, DU [l/s]	S DU [l/s]
Zuhany, leeresztőszelep nélkül	1	0,6	0,6
WC 9 l-es öblítőtartállyal	1	2,5	2,5
Összeg			3,1

Majd a szabványban leírtak alapján a

$$\dot{Q}_{WW} = K\sqrt{\Sigma DU}$$

ahol

\dot{Q}_{WW} – adott csatornaszakaszra vonatkozó térfogatáram

K – lefolyási jelzőszám, gyakoriságot jellemző tényező

A „ K ” gyakorisági érték jelen tervezési munkában, hotelek esetén 0,7.

ΣDU – adott csatornaszakasz tervezési értékeinek összege

Mindezek alapján az a) jelű ágvezetékre a mértékadó szennyvízterhelés:

$$\dot{Q}_{WW,a} = K\sqrt{\Sigma DU} = 0,7 * \sqrt{3,1} = 1,23 \frac{l}{s}$$

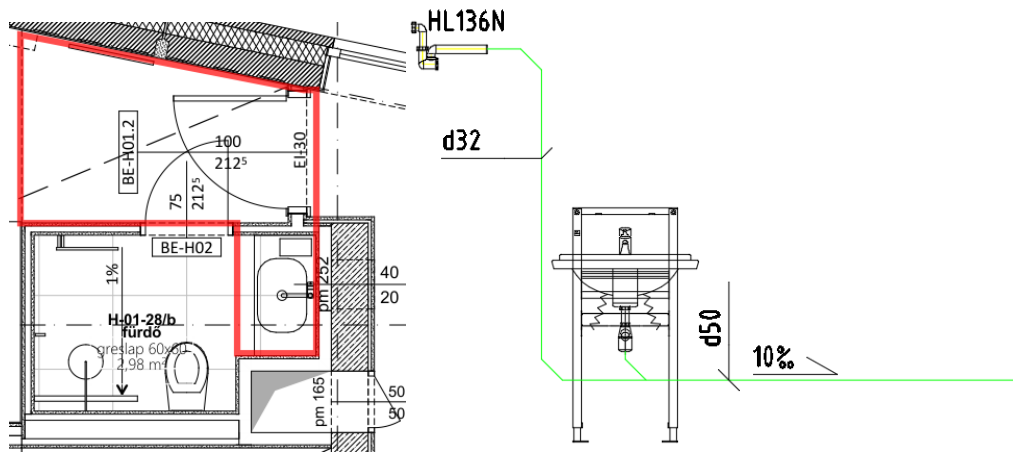
Csődimenziók kiválasztását az MSZ EN 12056-2 szabvány által javasolt táblázatos módszerrel végzem el, amely az „Irodalomfeldolgozás” főfejezetben bemutatásra került. (1. táblázat) Az ágvezeték első szakasza a zuhany bekötése, majd abba csatlakozik be a WC öblítőtartály.

Q_{max} [l/s]	I. jelű rendszer
	DN
0,40	30*
0,50 (mosdó, bidé, nyomóöblítő vizelde)	40
0,80 (fürdőkád, háztartási mosogató, mosógép 6 kg-ig)	50
1,00	60
1,50	70
2,00 (WC berendezés 6 literes öblítőtartállyal)	80**
2,25	90***
2,50 (WC berendezés 9 literes öblítőtartállyal)	100
* alkalmazása nem megengedett ** WC nem csatlakoztatható *** Maximum két WC és egy 90°-os iránytörés	

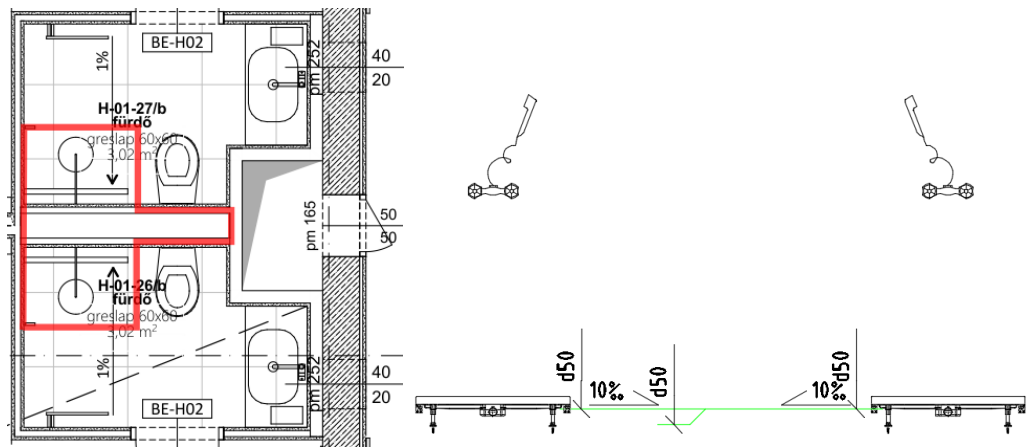
Tehát a zuhanytól eljövő szennyvíz mérete DN50 – hiszen 0,6 l/s a DU értéke, ehhez a táblázat alapján ez a méret tartozik –, WC lekötése DN100, a közös ejtőbe vezető ágvezetéki szakaszon pedig DN100 átmérőt választom.

A soron következő ágvezeték típusoknál a számításokat, átmérő kiválasztását már nem részletezem, csupán az elrendezést és a sematikus ábrát szemléltetem, ahogyan az a) pontban tettem. Az aktuális szakaszt a belsőépítész rajzon jelölöm, amelyen a Fan-Coil berendezés nem látható, annak csak helyét, körvonalát jelölöm – a berendezés minden egyes szoba esetén az előtérben a bejárati ajtó előtt található –. A választott dimenziókhöz tartozó, adott szakaszra vonatkozó ΣDU és Q_{ww} térfogatáram értékeket a felsorolás végén található 17. táblázat foglalja össze.

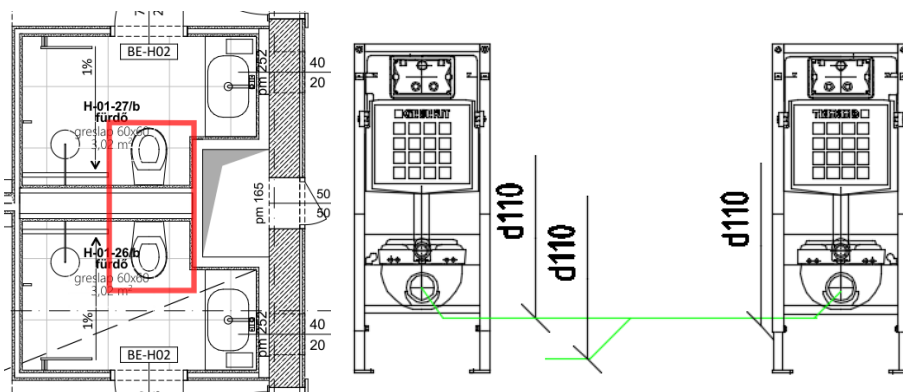
b) 1 x Fan-Coil berendezés kondenzvizét és 1 x mosdót



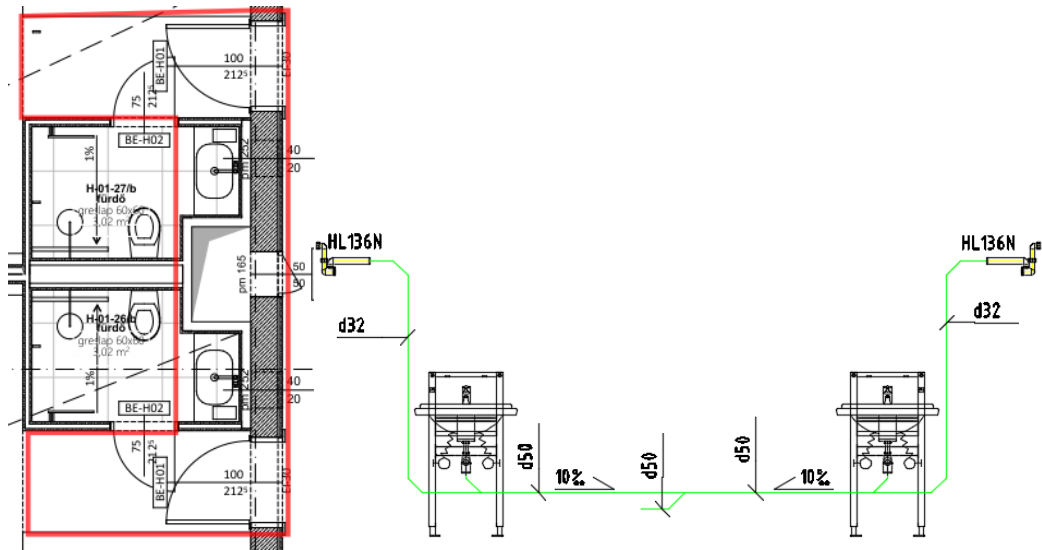
c) 2 x zuhanyt



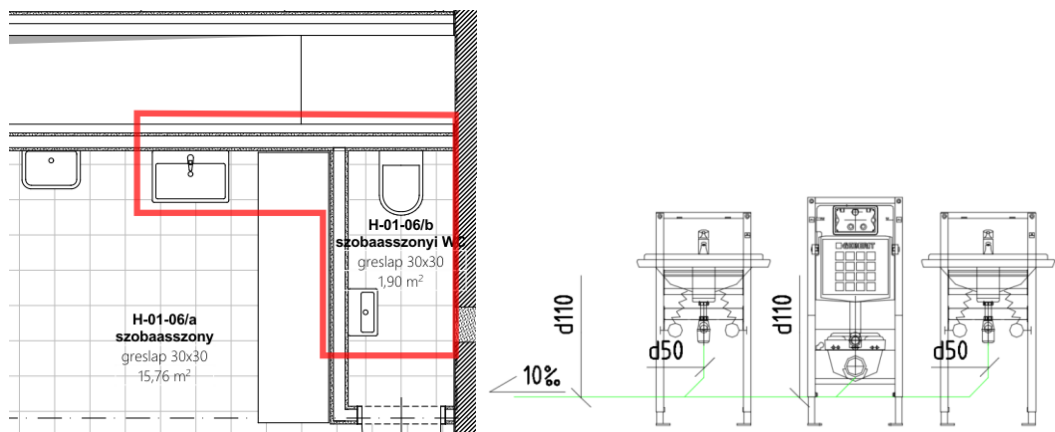
d) 2 x WC berendezést



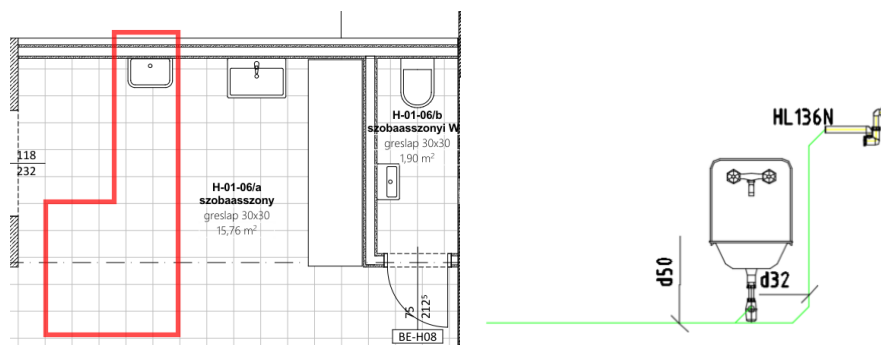
e) 2 x Fan-Coil berendezés kondenzvizét és 2 x mosdót



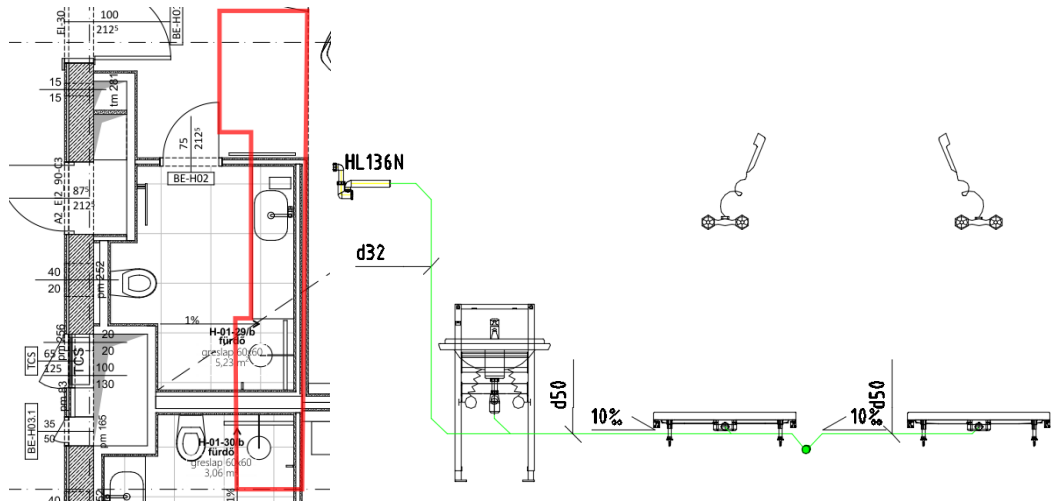
f) 2 x mosdót és 1 WC berendezést (06-os számú szobaasszonyi szoba esetén)



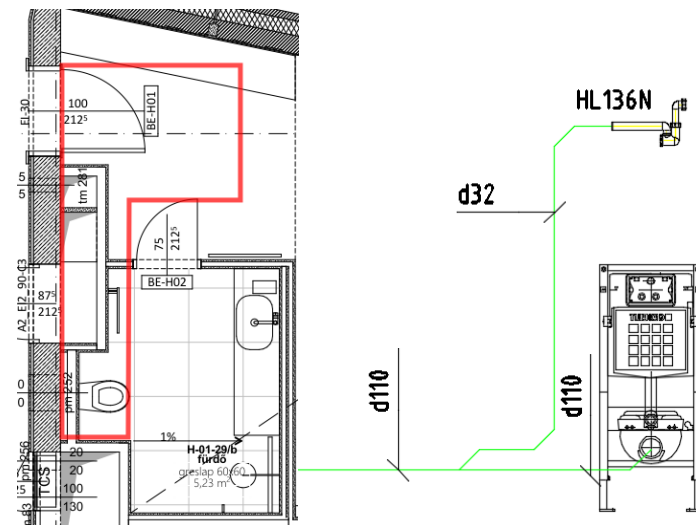
g) 1 x Fan-Coil berendezés kondenzvizét és 1 x falikutat (06-os számú szobaasszonyi szoba esetén)



h) 1 Fan-Coil berendezés kondenzvizét 1 x mosdót és 2 x zuhanyt



i) 1 x Fan-Coil berendezés kondenzvizét és 1 WC-t



vezet el. A hűtő-fűtő berendezések kondenzvízmennyiségével nem számolok, hiszen a mértékadó szennyvízterheléshez képest ezek elenyésző térfogatáramok. Ezen tárgyak bekötését a lehető legkisebb, azaz a szinfonmérettel megegyező mérettel kötöm le az ágvezetékbe, azaz d32 külső átmérőjű csővel.

Gondolatmenetemet, valamint az ilyesfajta egyszerűsítést a gyártói méretezés is alátámasztja:

- Fűtés-hűtés kiszolgálására betervezett légszűrő nélküli Fan-Coil berendezések Daikin FWE-04-DAF és FWE-06-DAF típusú gépek a szoba hőszükségletéhez mérten.
- Hűtési lépcsőfok 10°C/15°C
- Méretezési állapotban belső 24°C-os hőmérséklet értéket és 47%-os páratartalmat alapul véve az a kibocsátott kondenzvíz mennyiségek elhanyagolhatók.

Tehát 06-os gép esetén 0 kg/h, 04-es gép esetén pedig közel 0 kg/h a cseppvíz mennyisége.

17. táblázat – DU tervezési értékek a tipizált ágvezetésekre

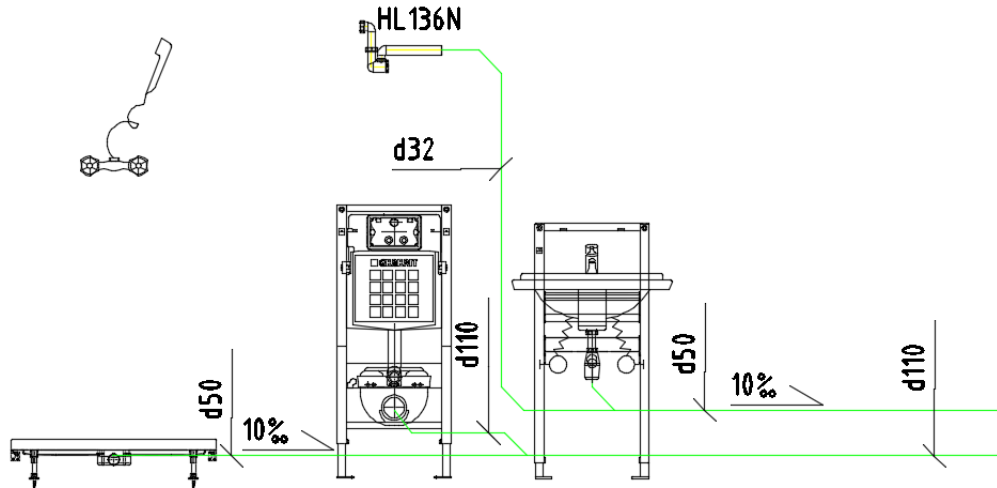
i	ΣDU	$Q_{ww,i}$ [l/s]
a	3,1	1,23247718
b	0,5	0,494974747
c	1,2	0,766811581
d	5	1,565247584
e	1	0,7
f	2,5	1,106797181
g	0,5	0,494974747
h	1,7	0,912688337
i	2,5	1,106797181

A „minta” ágvezetékek létrehozása után az adott ejtővezetékek méretkiválasztását végzem el. Ejtővezetékek nyomvonalait illetően a szobákhoz tartozó ejtő minden esetben a WC melletti építész kirekesztésben közlekedik a víz nyomóvezetékével párhuzamosan.

Az átláthatóság érdekében a vízellátásban alkalmazott metódust felhasználva csoportosítom az ejtővezetéseket aszerint, hogy egy, avagy kettő szoba szennyvizét juttatják el az alapcsatornába. Fontos leszögezni a továbbiakban, hogy méretezéskor a csatornahálózat szellőztetésére a főszellőztetés megoldását választom, hiszen a mellékszellőztetés helyigényes, az aknai kiszellőztetővezetékek visszakötései az akna zsúfoltsága miatt nem kivitelezhetőek.

A csoportosítás előtt nulladik lépésként egy komplett szoba DU tervezési értékeit határozom meg. Ahogy korábban részleteztem egy hotelszobában megtalálható egy WC,

egy zuhany és egy mosdó, illetve csatornázás szempontjából még egy Fan-Coil hűtő-fűtő berendezés is.



35. ábra - Egy általános szoba csatornarendszere

18. táblázat – Egy általános szoba DU értéke

Berendezési tárgy	Mennyiség [db]	Víznyelés, DU [l/s]	S DU [l/s]
Zuhany, leeresztőszelep nélkül	1	0,6	0,6
WC 9 l-es öblítőtartállyal	1	2,5	2,5
Mosdó	1	0,5	0,5
Összeg			3,6

Következtetésképp a csoportosítások és azok ΣDU értékei:

19. táblázat – Ejtővezetékek víznyelő értékei

H.01, H.04, H.05, H.06, H.09, H.18 és H21 jelű strangok 6-6 szobát látnak el	$\Sigma DU = 6 * 3,6 = 21,6/ejtő$
H.02, H.03, H.07, H.08, H.10, H.11, H.12, H.14, H.15, H.16, H.17, H.19 és H.20 jelű strangok 12-12 szobát látnak el	$\Sigma DU = 12 * 3,6 = 43,2/ejtő$
H.13 eltér a többitől, mivel ez az ejtő vezet el a szobaasszonyi szobákat, ahol minden szinten található 1-1 falikút és mosdó. Továbbá a páratlan sorszámú szinteken még 1-1 mosdó és WC is megjelenik. Tehát összesen 6 falikút, 9 mosdó és 3 WC.	$\Sigma DU = 14,1$

Az ejtővezetékekben kialakuló mértékadó szennyvíztérfogatáram szimpla, dupla, szobaasszonyi ejtők esetén:

$$\dot{Q}_{WW,szimpla} = K\sqrt{\Sigma DU} = 0,7 * \sqrt{21,6} = 3,2533 \frac{l}{s}$$

$$\dot{Q}_{WW,dupla} = K\sqrt{\Sigma DU} = 0,7 * \sqrt{43,2} = 4,6009 \frac{l}{s}$$

$$\dot{Q}_{WW,szobaasszonyi} = K\sqrt{\Sigma DU} = 0,7 * \sqrt{14,1} = 2,6285 \frac{l}{s}$$

Főszellőztetés alkalmazásával I. jelű rendszer esetén az ejtővezetékek méretenként az alábbi szennyvízterhelhetőséggel rendelkeznek, a kiválasztott Geberit Silent PP rendszerben az ágidomok lekerekítéssel vannak kialakítva, ezért csak a szabvány csak azon szegmensét veszem alapul.

20. táblázat – Ejtővezetékek terhelhetősége (Geberit, 2023)

Szennyvíz ejtő névleges mérete	Terhelhetőség, Q_{\max} [l/s]
DN60	0,7
DN70	2,0
DN80	2,6
DN90	3,5
DN100	5,2
DN125	7,6
DN150	12,6
DN200	21,0

Alkalmazva a fent kapott eredményeimet, illetve a szabvány által javasolt táblázatot az ejtőtípusokra választott átmérőim egységesen DN100 méretűek. Ez a legnagyobb mértékadó csatlakozás a hálózaton (WC berendezés csatlakozása) és képes elvezetni mind a Q_{ww} , szimpla, Q_{ww} , dupla, Q_{ww} , szobaasszonyi maximálisszennyvízterheléseket.

Ejtők főszellőztetését illetően a tetőre vezetem ki egytől egyik az összeset.

8.3.2 Közösségi terek, alárendelt helyiségek

Ejtővezetékek méretezése után az alapvezetékek méretkiválasztását végzem el, ehhez azonban előtte a közösségi tereken, alárendelt helyiségeken belüli szennyvízelvezetést részletezem a későbbi számítások átláthatósága érdekében. Ezt követően pedig a technológiai szennyvizekhez tartozó berendezéseket választom ki, hiszen ezen berendezések térfogatáramával is számolnom kell az akkurátus méretezéshez.

A soron következő helyiségek a szobáknál bemutatott módon nem kerülnek kifejtésre, az ott alkalmazott módszerrel határoztam meg a helyiségeken belüli ágvezeték méreteit, azokat a végleges séma rajzon ábrázolom, alaprajzon megjelenítem. Jelen fejezetben csak az alapvezeték méretezéséhez releváns helyiségek DU tervezési értékeit foglalom össze a későbbi számításokhoz.

21. táblázat – Közösségi terek DU értékei

Helyiség	Megnevezés	DU	Berendezési tárgyak
H-00-35	Szennyes ruha	3,5	1 x Falikút 2 x Mosógép
H-00-37	Tiszta ruha	0,5	1 x Falikút
H-00-39	Személyzeti étkező	0,5	1 x Mosdó
H-00-43/a	Női mosdó	1	2 x Mosdó
H-00-44	Akadálymentes WC	2,5	1 x WC 1 x Mosdó
H-00-42/a	Férfi mosdó	1	2 x Mosdó
H-00-43/b	Női WC	6	3 x WC
H-00-42/b	Férfi WC	8,4	3 x WC 2 x Vizelede 1x
H-0F-09/a	Női mosdó	1,5	3 x Mosdó
H-0F-10/c	Akadálymentes mosdó	0,5	1 x Mosdó
H-0F-09/b	Női WC	8	4 x WC
H-0F-10/b	Férfi WC	5,6	2 x WC 2 x Vizelede
H-0F-10/a	Férfi mosdó	1,5	3 x Mosdó
H-0F-10/c	Akadálymentes WC	2	1 x WC
H-00-41/d	Személyzeti zuhanyzó	0,6	1 x Zuhanyzó
H-00-40/d	Személyzeti zuhanyzó	0,6	1 x Zuhanyzó
H-00-40/c	Személyzeti mosdó	1,3	1 x Mosdó 1 x Padlóösszefolyó
H-00-41/c	Személyzeti mosdó	0,5	1 x Mosdó
H-00-40/c	Személyzeti WC	2	1 x WC
H-00-41/c	Személyzeti WC	2	1 x WC
H-00-31/d	Személyzeti zuhanyzó	1,4	1 x Zuhanyzó 1 x
H-00-31/c	Személyzeti WC	2	1 x WC
H-00-31/a	Személyzeti öltöző	1	2 x Mosdó
H-00-30/a	Személyzeti öltöző	1	2 x Mosdó
H-00-30/d	Személyzeti zuhanyzó	1,4	1 x Zuhanyzó 1 x
H-00-30/c	Személyzeti WC	0,5	1 x WC

8.3.3 Technológiai szennyvíz

Olajleválasztó

A pince szinti gépkocsi tárolóban keletkező olaj-, és hűtőfolyadék tartalmú szennyvizet garázstakarító géppel gyűjtik össze. A takarító gép által összegyűjtött szennyvíz a gép saját,

zárt tartályába kerül, melyet a garázsban elhelyezett olajfogó műtárgyba üríthet egy gravitációs csatorna csatlakozás segítségével, vagy a garázstakarító gépből – szakcég közreműködésével – szállítják el a szennyvizet, mint veszélyes hulladékot. A szálloda P2-es szintjén elhelyezett olajfogó műtárgy beépített átemelő szivattyúval rendelkezik. Az átemelőből a tisztított szennyvíz egy visszacsapó szeleppel ellátott nyomóvezetéken keresztül csatlakozik az épületen belül a gravitációs szennyvíz elvezető hálózathoz.

Az ACO Coalisator Acolift NG 3 saját iszapterrel integrált olajválasztó berendezést választottam erre a feladatra.

Névleges teljesítmény (l/s)	Csőcsatlakozás (DN)	Iszapter (l)	Olajter (l)	Súly üresen (kg)
3	100	300	32	80



36. ábra - Választott olajfogó berendezés

Konyhatechnológia

A konyha számára külön sémarajzot készítettem az átláthatóság érdekében, ez a vízellátás-csatornázás tervén tekinthető meg szeparáltan. Fontos megjegyezni, hogy csatornázás szakágában sem feladatomban a konyhatechnológia megtervezése, adatszolgáltatás alapján számítottam, terveztem az épület megfelelő működéséhez elengedhetetlen rendszerelemeket. Konyhatechnológia esetén:

- Kiírás alapján a szennyvízelvezetési pontok biztosítása – jelen esetben a konyhatechnológus minden berendezéshez DN50 mm átmérőjű tokos csatlakozású idomot/csövet kért a berendezéseihez.
- Pince szintű alapvezeték megtervezése és közműre kivezetése

Konyhatechnológiához tartozó helyiségek és azok DU tervezési értékei az alábbi táblázatban találhatóak meg, a táblázat tagolását a közös ágvezetékek alapján csoportosítása alapján végeztem el. Egyidejűségi számításnál nem számoltam a speciális konyhai eszközökkel, mint a hűtött pult, hússzeletelőgép, tésztafőző stb. Véleményem szerint egy negatív irányba terelné a számításokat, feleslegesen túlméretessé tenné a zsírfogó berendezést.

22. táblázat – Konyhai berendezések

Helyiség	Megnevezés	DU	Berendezés
H-00-29	Takarító szertár	1,3	1 x Falikút 1 x padlóösszefolyó
H-00-33	Takarító szertár	1,3	1 x Falikút 1 x padlóösszefolyó
H-00-17	Fehér mosogató	2,9	2 x mosogató 1 x mosdó 1 x mosogatógép
H-00-15	Pincérfogadó	0,5	1 x Mosdó
H-00-17	Fehér mosogató	2,8	1 x konyhai padlóösszefolyó 1 x
H-00-16	Főzőkonyha	-	2 x hűtött munkaasztal
H-00-22/a	Zöldségelőkészítő	3,3	1 x mosdó 1 x mosogató 1 x konyhai padlóösszefolyó
H-00-23/a	Húselőkészítő	3,3	1 x mosdó 1 x mosogató 1 x konyhai padlóösszefolyó
H-00-21	Közlekedő	2	1 x konyhai padlóösszefolyó
H-00-28	Moslékos	2,5	1 x konyhai padlóösszefolyó 1 x falkút
H-00-16	Hús előkészítő	-	1 x hűtött munkaasztal
H-00-16	Főzőkonyha	-	1 x hűtött munkaasztal
H-00-22/a	Zöldségelőkészítő	-	1 x hűtött munkaasztal
H-00-16	Főzőkonyha	-	1 x hússzeletelő gép
H-00-20	Fekete mosogató	0,5	1 x mosogató
H-00-16	Főzőkonyha	-	1 x vízlágyító
H-00-17	Fehér mosogató	0,5	1 x mosdó
H-00-16	Főzőkonyha	5	1 x mosdó 1 x hűtött asztal 1 x tésztafőző 1 x konyhai padlóösszefolyó 1 x tálcás összefolyó 1 x kézmosó 1 x hűtött asztal
H-00-19	Hűtött kamra-	2	1 x konyhai padlóösszefolyó
H-00-06/1	Étterem	2,4	1 x kávégép 1 x koktéstend 1 x mosogató 1 x sörscsap 1 x mosogatógép 1 x mosogató

Ezekből az adatokból adódóan a teljes konyha szennyvízterhelése:

$$Q_{ww,konyha} = 0,7 * \sqrt{\Sigma DU_{konyha}} = 0,7 * \sqrt{30,3} = 3,8532 \frac{l}{s}$$

Ehhez a térfogatáramhoz tartozó alapvezeték, amely a zsírfogó berendezésbe távozik: DN100 2% lejtésérték mellett.

Zsírfogó

A konyha számára központi automata üzemű, hordós zsírfogó berendezés létesül, melyet épületen belül a P1 szinten helyeztem el. A zsírfogó berendezés teljesítményét a konyhatechnológiai tervek határozták meg, amelyet az előző fejezetben részleteztem. Az ahhoz tartozó – 3,8532 l/s – térfogatáramhoz az ACO LipuSmart-OA NG 4 zsírfogó berendezést választottam.

Névleges teljesítmény (l/s)	Csőcsatlakozás (DN)	Iszaptér (l)	Zsirtároló (l)	Súly üresen (kg)
4	100	400	200	259



37. ábra - Választott zsírfogó berendezés

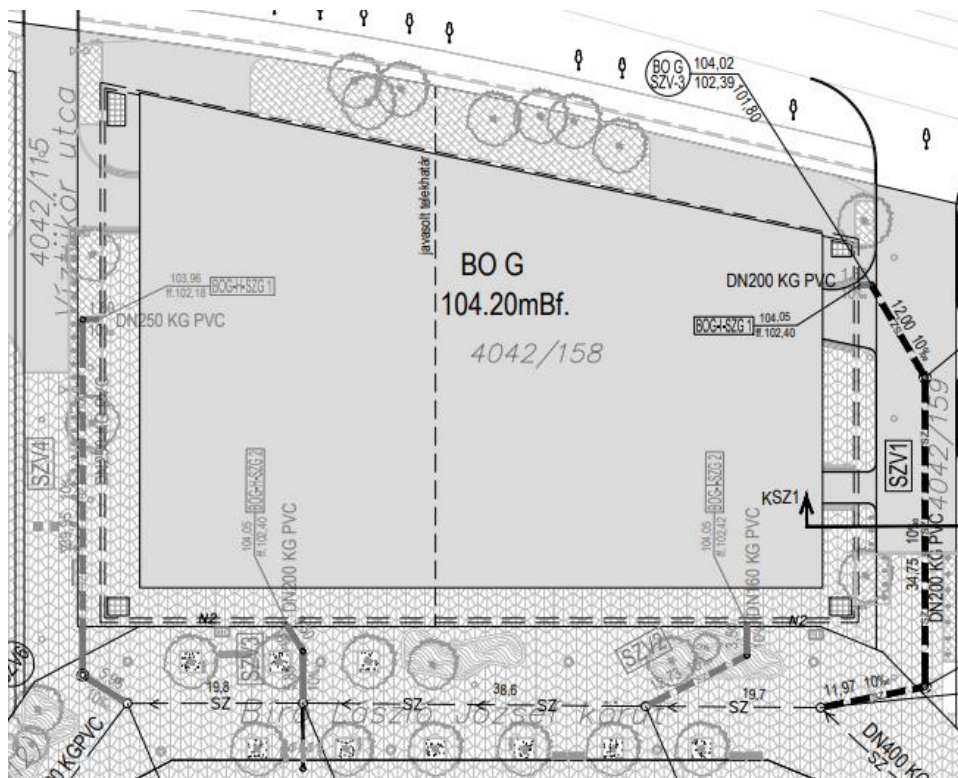
A zsírfogó berendezés nyomóvezetékét a déli oldali közműkiállásra csatlakoztatom, méretét a berendezéshez integrál átemelőszivattyú névleges méretének választom.

8.3.4 Alapvezeték

Alapvezetékek számításához mindenekelőtt azt vizsgálom meg, hogy mely ejtők vezethetők le közös alapvezetékbe, amelyhez figyelembe veszem az épület közmű becsatlakozásait:

- P1 szint nyugati oldal – Budafoki útra néz
- P1 szint déli oldal – amely a Dombóvári útra néző oldallal ellentétes, a városnegyed felé néző oldal

Továbbiakban a két közműcsatlakozás szerint osztályozom az alapvezetékeket, azon belül is alcsoportokkal, hogy ténylegesen mely ejtők kerülnek közös alapvezetékbe a becsatlakozásig. Az ejtővezetékek becsatlakozása előtt a Vízellátás fejezetben felsorolt közösségi terek vizesblokkjainak, alárendelt helyiségek falikútjainak, padlóösszefolyóinak, fűtő-hűtő berendezések cseppvízeinek a szennyvízterhelése is hozzáadódik az adott csőhálózathoz.



38. ábra - Az épület közműbeállásai

Az általam tervezett rendszer alapvezetékének méretezéséhez az aktuális „Gravitációs vízvezető rendszerek” szabvánnyal harmonizáló gyártói hidraulikus szennyvízelvezetési

kapacitás táblázatot használok, amely Geberit PE csővezeték esetén $h/d_i=0,5$ töltési fokot és $k_b=1,0$ mm üzemi érdességet feltételezve:

23. táblázat – Geberit PE rendszer alapvezetéki terhelhetőségei

d/ø	di [mm]	Vezeték lejtése									
		0,5% V̇ [l/s]	1,0% V̇ [l/s]	1,5% V̇ [l/s]	2,0% V̇ [l/s]	2,5% V̇ [l/s]	3,0% V̇ [l/s]	3,5% V̇ [l/s]	4,0% V̇ [l/s]	4,5% V̇ [l/s]	5,0% V̇ [l/s]
32	26	0,05	0,07	0,09	0,10	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17
40	34	0,11	0,15	0,19	0,22	0,24	0,27	0,29	0,31	0,33	0,34
50	44	0,21	0,31	0,38	0,43	0,49	0,53	0,58	0,62	0,66	0,69
56	50	0,30	0,43	0,53	0,61	0,69	0,75	0,82	0,87	0,93	0,98
75	69	0,72	1,03	1,26	1,46	1,64	1,80	1,94	2,08	2,20	2,32
90	83	1,19	1,69	2,08	2,40	2,69	2,95	3,19	3,41	3,62	3,81
110	101,4	2,03	2,89	3,55	4,11	4,60	5,04	5,45	5,83	6,18	6,52
125	115,2	2,86	4,07	5,00	5,78	6,46	7,09	7,66	8,19	8,69	9,16
160	147,6	5,55	7,89	9,68	11,19	12,52	13,72	14,83	15,86	16,83	17,74
200	187,6	10,52	14,93	18,32	21,18	23,69	25,97	28,06	30,00	31,83	33,56
250	234,4	19,01	26,98	33,09	38,24	42,78	46,89	50,66	54,18	57,48	60,60
315	295,4	35,11	49,80	61,07	70,57	78,94	86,51	93,47	99,95	106,03	111,79

A csoportosítás sorszámozását az alapján határoztam meg, hogy melyik helyezkedik el legtávolabb a közműcsatlakozástól, tehát a felsorolásban az utolsó alapvezetéki csoport csatlakozik be legközelebb a közműhöz.

Kiinduló alapvezetéki méretek:

- Szimpla szoba ejtő alapvezetéki mérete DN100 (3,2533 l/s szennyvízterhelés tartozik hozzá) – 1,5%-os lejtéssel
- Dupla szoba ejtő alapvezetéki mérete DN125 (4,6009 l/s szennyvízterhelés tartozik hozzá) – 1,5%-os lejtéssel
- Egy szimpla és egy dupla ejtő alapvezetéki mérete DN125 (5,6349 l/s szennyvízterhelés tartozik hozzá) – 2%-os lejtéssel
- Kettő szimpla szoba ejtő alapvezetéki mérete DN125 (4,6009 l/s szennyvízterhelés tartozik hozzá) – 1,5%-os lejtéssel
- Kettő dupla szoba ejtő alapvezetéki mérete DN125 (6,5066 l/s szennyvízterhelés tartozik hozzá) – 2%-os lejtéssel

Nyugati oldal

1. csoport: H13 szobaasszonyi ejtővezeték, H-00-35, H-00-37 és H-00-39 helyiségek
Mértékadó szennyvízterhelés:

$$Q_{ww,1.csoport} = 0,7 * \sqrt{\Sigma DU_{H13} + \Sigma DU_{alarendelt\ helyis\ egek}} = 0,7 * \sqrt{14,1 + 4,5}$$

$$= 3,0189 \frac{l}{s}$$

Ezek alapján az 1. csoport alapvezetékének mérete 1,0%-os lejtéssel a DN125-ös méret. Szükséges megjegyezni, hogy a H13 számú ejtővezeték lefordulását követően a H-00-39 helyiség mosdója csatlakozik bele, ekkor a részzakasz mérete DN100, csak a H-00-35 és H-00-37-es helyiségek becsatlakozását követően szükséges a DN125 átmérő.

2. csoport: H11, H12, H14 ejtővezetékek, Földszinti vendég vizesblokk (H-00-43/a, H-00-44, H-00-42/a, H-00-43/b, H-00-42/b helyiségek)

Mértékadó szennyvízterhelés:

$$Q_{ww,2.csoport} = 0,7 * \sqrt{\Sigma DU_{H11} + \Sigma DU_{H12} + \Sigma DU_{H14} + \Sigma DU_{alarendelt\ helyis\ egek}}$$

$$= 0,7 * \sqrt{43,2 + 43,2 + 43,2 + 18,9} = 8,5302 \frac{l}{s}$$

A választott átmérő: DN150 – 1,5%-os lejtéssel.

A nyugati oldalon lévő alapvezeték következő szakasz az, amely az 1. és 2. csoportok szennyvizét vezeti el, még mielőtt a 3. csoport becsatlakozna. Ennek átmérője szintén DN150 1,5%-os lejtéssel, hiszen az itt keletkező csúcsterhelés:

$$Q_{ww,1\ \text{és}\ 2.csoport}$$

$$= 0,7$$

$$* \sqrt{\Sigma DU_{H11} + \Sigma DU_{H12} + \Sigma DU_{H13} + \Sigma DU_{H14} + \Sigma DU_{alarendelt\ helyis\ egek}}$$

$$= 0,7 * \sqrt{43,2 + 43,2 + 14,1 + 43,2 + 23,4} = 9,0487 \frac{l}{s}$$

3. csoport: H15, H16, Galéria szintű vendég vizesblokk, Földszinti nyugati oldali személyzeti vizesblokk (H-0F-09/a, H-0F-10/c, H-0F-09/b, H-0f-10/b, H-0F-10/a, H-00-41/d, H00-40/d, H-00-40/c, H-00-41/c, H-00-40/c)

3. csoport csupán egy rövid alapvezeték szakasszal rendelkezik, azt külön nem számítom, hanem azt a szakaszt, amely a 4. csoportig tart, ugyanis utána már a közműcsatlakozás következik. Eme csoport ΣDU értéke:

$$\Sigma DU = DU_{H15} + DU_{H16} + DU_{gal\ eria\ vb} + DU_{fsz\ vb} = 43,2 + 43,2 + 19,1 + 7 = 112,5$$

Mértékadó szennyvízterhelés a 4. csoport csatlakozásáig:

$$\begin{aligned}
 Q_{ww,1-3.csoport} &= 0,7 * \sqrt{\Sigma DU_{1.csop} + \Sigma DU_{2.csop} + \Sigma DU_{3.csop}} \\
 &= 0,7 * \sqrt{18,6 + 148,5 + 112,5} = 11,7049 \frac{l}{s}
 \end{aligned}$$

Ebből a terhelésből számított alapvezetési átmérő DN150 2%-os lejtéssel szerelve.

4. csoport: H17, H18, H19, H20 és H21 ejtővezetékek

A közműre csatlakozás előtt az utolsó alapvezetési szakasz a 4. csoport, amely az északi oldali szobák szennyvizét gyűjti össze, amelyhez még hozzácsatlakozik a Hulladékártató csatornája.

$$\begin{aligned}
 Q_{ww,4.csoport} &= 0,7 * \sqrt{\Sigma DU_{H17} + \Sigma DU_{H18} + \Sigma DU_{H19} + \Sigma DU_{H20} + \Sigma DU_{H21} + \Sigma DU_{Hulladékártató}} \\
 &= 0,7 * \sqrt{43,2 + 21,6 + 43,2 + 43,2 + 21,6 + 1,3} = 9,2363 \frac{l}{s}
 \end{aligned}$$

Ebből adódóan az alapszakasz mérete DN150 1,5%-os lejtésérték mellett.

Végül a közműcsatlakozás méretet meghatározom az egész nyugati oldal szennyvízterhelését figyelembe véve, valamint az olajfogó maximális térfogatáramát hozzáadva. Ehhez a csúcstérfogatáram:

$$\begin{aligned}
 Q_{ww, NY bekötés} &= 0,7 * \sqrt{\Sigma DU_{1-3.csop} + \Sigma DU_{4.csop}} + Q_{olajfogó} \\
 &= 0,7 * \sqrt{279,6 + 174,1} + 3 = 14,9102 + 3 \frac{l}{s} = 17,9102 \frac{l}{s}
 \end{aligned}$$

Tehát a közműcsatlakozás mérete 1%-os lejtés mellett DN250.

Déli oldal

A déli oldalra csatlakozó alapvezeték két fő csoportból áll. Az egyik a fennmaradó ejtővezetékeket és a földszinti Étterem Fan-Coil egységeinek cseppvizét gyűjti össze, a másik pedig Földszinti keleti, belső udvar felőli oldalon található személyzeti vizesblokk szennyvizét és a galéria szinten található Konferenciateremben keletkező kondenzvizét.

1. csoport: Földszinti személyzeti vizesblokk, Konferenciaterem kondenzvíz

A földszinti keleti oldali, személyzeti vizesblokkban az alábbi helyiségek találhatóak:

H-00-30/a, H-00-30/c, H-00-30/d, H-00-31/a, H-00-31/c és H-00-31/d

$$Q_{ww,1.csoport} = 0,7 * \sqrt{\Sigma DU_{fsz vb}} = 0,7 * \sqrt{1,4 + 2 + 1 + 1 + 1,4 + 2} = 2,0765 \frac{l}{s}$$

2. csoport: H01, H02, H03, H04, H05, H06, H07, H08, H09, H10 ejtővezetékek és Étterem kondenzvíz

Kiinduló alapvezetéki méreteket korábban meghatároztam, így az alapvezeték első két szakaszát nem részletezem külön.

- H10 számú ejtő alapvezetéki mérete DN125
- A soron következő H09 és H10 ejtők alapvezetéki szakasza szintén DN125

Az alapvezetékbe bekötő ágvezetékeket sem méretezem külön, szintén a kiinduló alapvezetéki méretek alpontban került meghatározásra.

H08 utáni alapvezeték méretének számításához a mértékadó szennyvízterhelés:

$$\begin{aligned} Q_{ww, H08} &= 0,7 * \sqrt{\Sigma DU_{H10} + \Sigma DU_{H09} + \Sigma DU_{H08}} = 0,7 * \sqrt{43,2 + 21,6 + 43,2} \\ &= 7,2746 \frac{l}{s} \end{aligned}$$

H06 és H07 becsatlakozása után az alapvezetéki szennyvízterhelés:

$$\begin{aligned} Q_{ww, H06+H07} &= 0,7 * \sqrt{\Sigma DU_{H10} + \Sigma DU_{H09} + \Sigma DU_{H08} + \Sigma DU_{H07} + \Sigma DU_{H06}} \\ &= 0,7 * \sqrt{43,2 + 21,6 + 43,2 + 43,2 + 21,6} = 9,2017 \frac{l}{s} \end{aligned}$$

H05 és H04 becsatlakozása után az alapvezetéki szennyvízterhelés:

$$\begin{aligned} Q_{ww, H05+H04} &= 0,7 * \sqrt{\Sigma DU_{H10} + \Sigma DU_{H09} + \Sigma DU_{H08} + \Sigma DU_{H07} + \Sigma DU_{H06} + \Sigma DU_{H05} + \Sigma DU_{H04}} \\ &= 0,7 * \sqrt{43,2 + 21,6 + 43,2 + 43,2 + 21,6 + 21,6 + 21,6} = 10,2879 \frac{l}{s} \end{aligned}$$

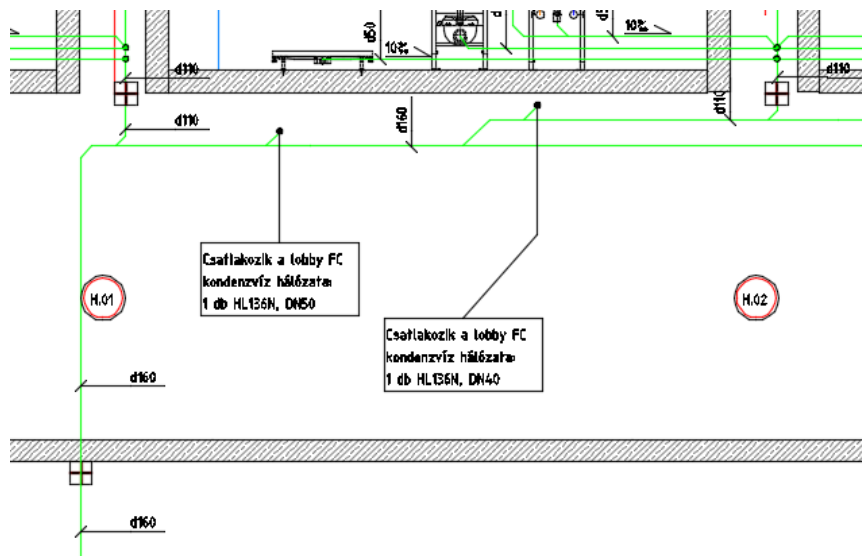
H03 és H02 becsatlakozása után az alapvezetéki szennyvízterhelés:

$$\begin{aligned} Q_{ww, H03+H02} &= 0,7 * \sqrt{\Sigma DU_{H10-H02}} \\ &= 0,7 * \sqrt{43,2 + 21,6 + 43,2 + 43,2 + 21,6 + 21,6 + 21,6 + 43,2 + 43,2} \\ &= 12,1728 \frac{l}{s} \end{aligned}$$

A fent kapott térfogatáramokat megvizsgálva úgy döntöttem, hogy a költséghatékonyság érdekében a műszaki megfelelőséget természetesen prioritásként kezelve a H08 ejtővezeték becsatlakozása után az egész Galéria szintű alapvezeték – amely a H02-től egészen a H10 ejtővezeték szennyvizét gyűjti össze – mérete DN150 2%-os lejtéssértéssel végig. Ugyan, ahogy korábban említettem a H01-es számú ejtő is az alapvezetékhez tartozik, de gyakorlatilag az csak beleköt annak tetejében, amikor is lefordul a pincébe újra ejtővezetékként viselkedve. Az így számított összes mértékadó térfogatáram

$$\begin{aligned}
 Q_{ww, \text{ galéria összes}} &= 0,7 * \sqrt{\Sigma DU_{H10-H01}} \\
 &= 0,7 \\
 &* \sqrt{43,2 + 21,6 + 43,2 + 43,2 + 21,6 + 21,6 + 21,6 + 43,2 + 43,2 + 21,6} \\
 &= 12,6 \frac{l}{s}
 \end{aligned}$$

Visszaellenőrizve, ez megfelel az 20. táblázatban szereplő ejtővezeteki terhelhetőségi értéknek DN150 méret esetén.



39. ábra - Galéria és Pince alapvezeték kapcsolata

A déli oldal közműcsatlakozás méretet végsősoron

- 1. csoport: Földszinti keleti vizesblokk
- H01-H10 ejtővezetékek
- Zsírfogó

szennyvíztérfogata határozza meg.

$$\begin{aligned}
Q_{ww, D \text{ bekötés}} &= 0,7 * \sqrt{\Sigma DU_{fsz kvb} + \Sigma DU_{H10-H01}} + Q_{zsírfogó} \\
&= 0,7 * \sqrt{8,8 + 324} + 3,8532 = 12,6 + 4 \frac{l}{s} = 16,6232 \frac{l}{s}
\end{aligned}$$

Tehát a déli oldali közműcsatlakozás mérete DN200.

8.3.5 Kondenzvíz kérdése

A számításaimból tisztán látszik, hogy a szennyvízterhelések meghatározásánál a klímaberendezések kondenzvízmennyiségével nem kalkuláltam. Ennek oka, hogy a rendszer egészét tekintve ez a mennyiség elenyésző, valamint a gyártói számítások is igazolják, hogy a keletkezett mennyiség közel 0 l/s értékű térfogatáramok. Summa summarum, a cseppvízelvezetéseknel csak a nyomvonal és a lejtések helyes megválasztására, kialakítására ügyeltem a feladat során. Egységesen DN32 csővezetékekkel vezetek el egy berendezést, ezek egységesen DN50 méretű ágvezetékekbe kötnek, majd azok az adott tényleges szennyvízelvezető ág-, ejtó-, és/vagy alapvezetékbe.

8.5 ESŐVÍZELVEZETÉS

Diplomamunkám jelen, utolsó fejezete az esővízelvezetésről szól. Dolgozatom egyik, ha nem a fő célja az, hogy megvizsgáljam napjaink – kifejezetten budapesti régióra vonatkozóan – csapadékhullással összefüggésben álló tendenciáit.

8.5.1 Vizsgálat célja

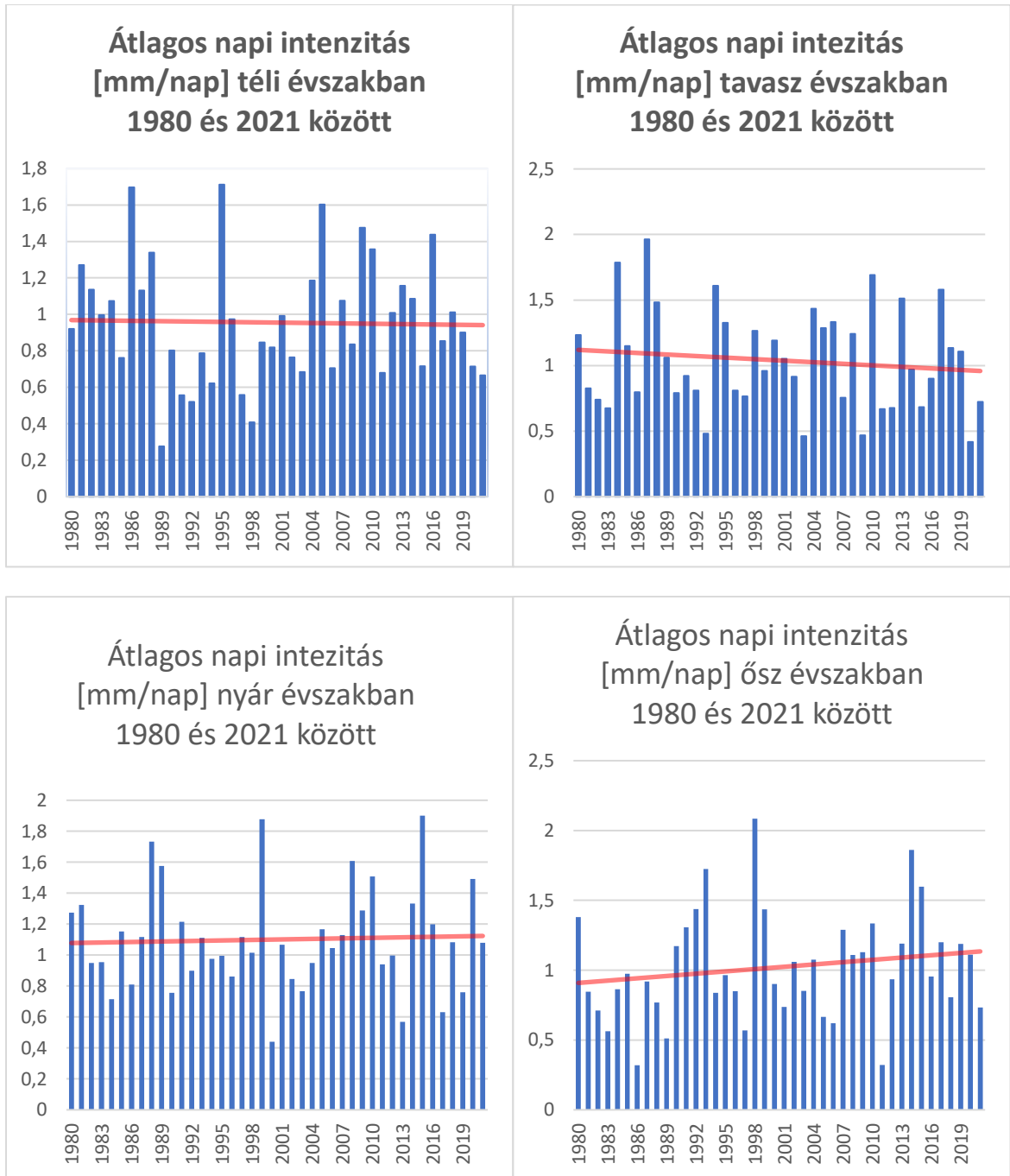
A következtetéseket levonva a kapott vizsgálati eredményekből egy jóval precízebb kiinduló alapadatra teszek szert a mai éghajlati viszonyokról. Ezáltal az elavult és már kivont MSZ-04-134 magyar szabványban található mértékadó fajlagos csapadékvízhozam (q_e [l/s, ha]) értéket „felülbírálva” egy, a mai valóságnak megfelelő éghajlati viszonyoknak ellenálló, kiválóan működő esővízelvezető rendszert tervezek. Egyébiránt az aktuális MSZ-EN-12056-os szabványsorozat sem tesz ajánlást a tervezési értékekre, csak javasolja, hogy a helyi időjárási körülményeket szükséges figyelembe venni a számításokhoz. Végül a vizsgálat szükségességét azért gondolom fontosnak, mert ezáltal a víz okozta károk esetén a megelőzés a cél. Tapasztalataim alapján napjaink trendje, főleg a BudaPart városnegyedben az egyre komplexebb tetőtéri gépészeti rendszerek legyen az szó irodaépületről vagy jelen esetben hotelépületről. A tetőn lévő nagy légkezelőberendezések, folyadékhűtők, hőszivattyúk, életvédelmi rendszereket kiszolgáló ventilátorok hiába vannak a hóhatár fölé kiemelve magasságilag, ugyanolyan fontos és megoldandó kérdés az ott keletkezendő csapadékvíz megfelelő elvezetése.

8.5.2 Vizsgálati eredmények

Vizsgálati módszerként az Irodalomfeldolgozásban említett szakemberek kiadásai mentén indultam el. Az alábbi vizsgálatokat végeztem el Budapestre vonatkozólag, azon belül is a XI. kerületet kiemelve, ahol is a tárgyi beruházás létesül.

Az 1991-ben kiadott „Épületek csatornázása” szabvány Budapestre a mértékadó csapadékvízhozamként 274 l/s, ha értéket ad meg a méretezéshez, amely 4 éves 10 perces zápor-intenzitás mellett került meghatározásra.

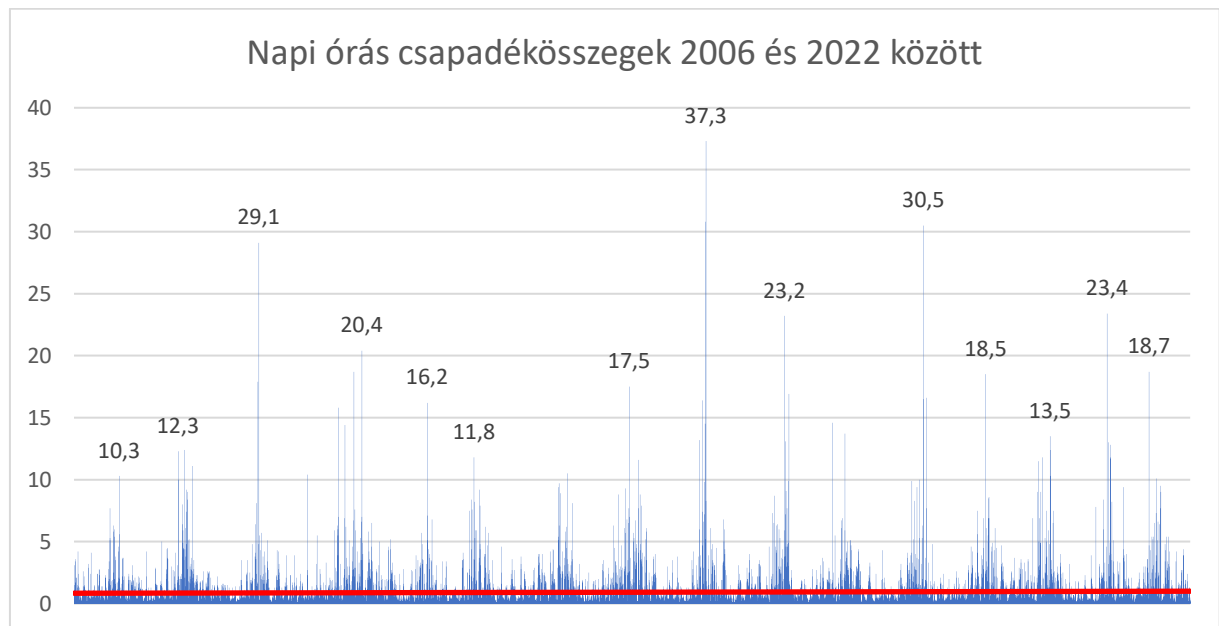
Az elemzés első részeként az OMSZ éghajlati adatbázisából kinyert adatokból 1980 és 2021 közötti napi csapadékintenzitások megvizsgálása, az átláthatóság érdekében évszakokra bontottam az adatsort és a hozzá tartozó diagramokat.



40. ábra - Átlagos napi csapadékintenzitás alakulása 1980 és 2021 között (Forrás: OMSZ adatbázis)

Azon felül, hogy évszakonként a trendvonal alapján megállapítható, hogy télen-tavaszaal csökken, nyáron és ősszel pedig növekedik a csapadék átlagos mennyisége évről-évre, ami szembetűnő információ a diagramokról, hogy az elmúlt 40 évben kimagasló és ezzel ellentétben nagyon kevés mennyiségű csapadékok is előfordulnak. Ez a tendencia arra utalhat, hogy egyre gyakoribbak lesznek és a tapasztalatok alapján gyakoriak is a rövid intenzitású záporok, zivatarok hullása. Következőkben ezért a rövid intenzitású, 10 perces mérési gyakoriságú információkat dolgozom fel, hogy pontosabb képet kapjak a várható esőzészéről.

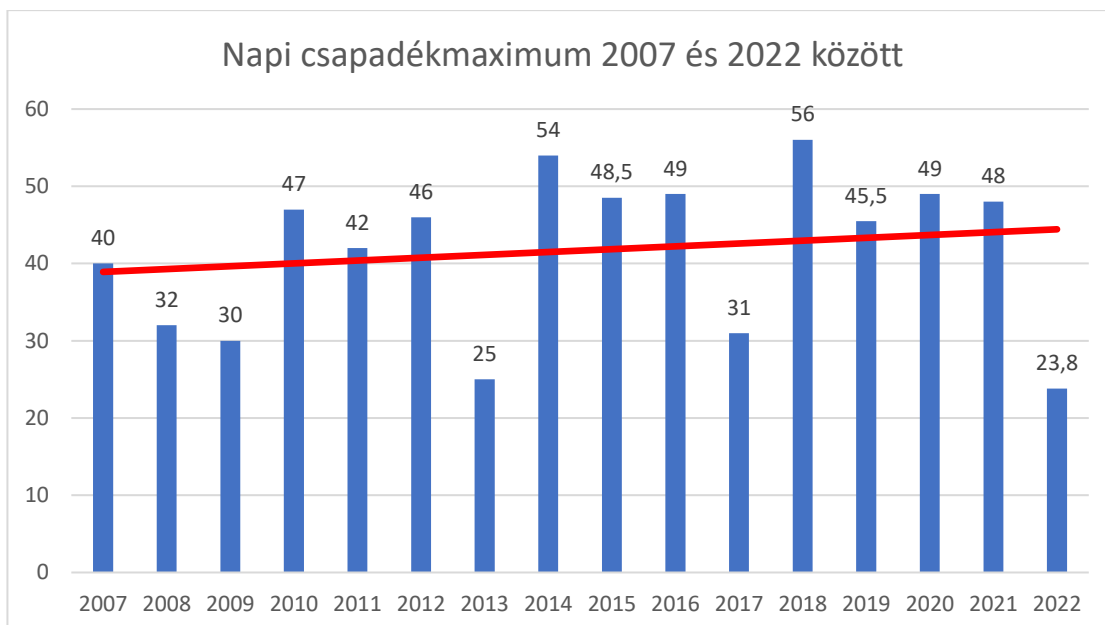
Elsősorban a 10 perces gyakoriságú mérésből – amely 2006 szeptembere és 2022 decembere között tartalmaz releváns adatokat – a közel 1.000.000 adatsorból naponta az óras csapadékvizeket vizsgáltam. Eredménye a 41. ábrán látható, kiemelve a fontosabb eredményeket.



41. ábra - Napi óras csapadékösszegek 2006 és 2022 között (Forrás: OMSZ adatbázis)

Az elmúlt években előforduló egyre magasabb kiugró adatok, valamint a trendvonal is arra a következtetésre mutat, hogy egyre gyakoribbak és nagyobbak a heves zivatarok, mértékadó csapadékok.

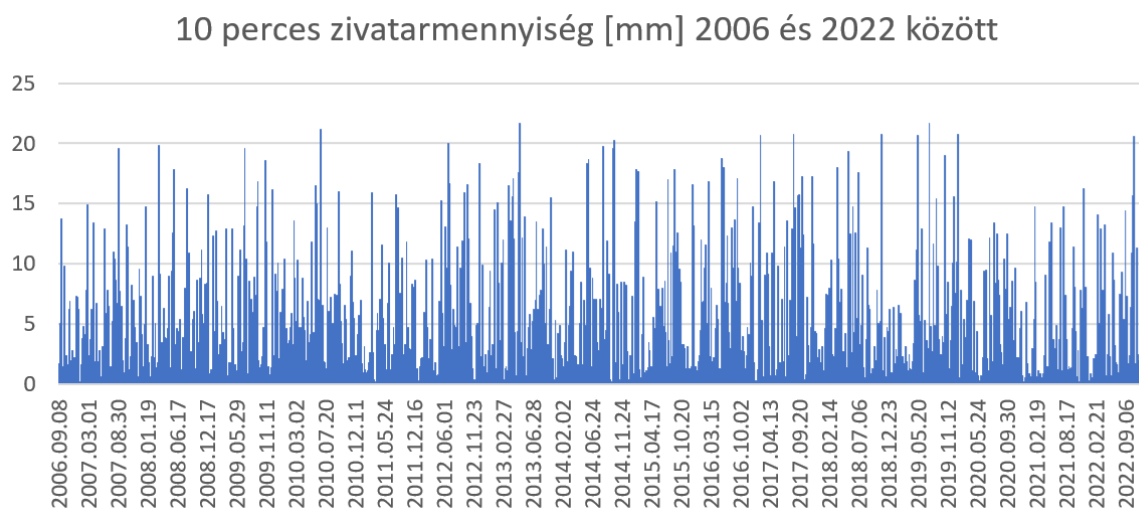
Az alábbi ábrába az előző 15 év adatait dolgoztam fel. A méréseket az OMSZ végezte Hellmann-rendszerű Oláh-Csomor féle kettősfalú csapadékmérőben a XI. kerületben. Az adatsorból az az információ olvasható ki, hogy az elmúlt évek napi csapadékmaximuma szintén egyre növekvő tendenciát mutatnak, korábban leírt következtetéseket igazolja.



42. ábra - Napi csapadékmaximum 2007 és 2022 között (Forrás: OMSZ adatbázis)

Utolsó fázisként, hogy még részletesebb adatsor álljon elő a tervezési fázis megkezdéséhez az Országos Meteorológiai Szolgálat 10 perces mérési gyakoriságú meteorológiai információit dolgoztam fel, melyeket a budapesti XI. kerületben elhelyezett „Budapest Lágymányos” automata mérőállomás állít elő. 2006 szeptemberétől 2022 decemberéig.

Ugyan megnevezése szerint 10 perces a mérési gyakoriság, de a mérőállomások 1 perces mérési adatokból állítják össze az adott időintervallumra vonatkozó csapadékvíz mennyiségét, tehát így még pontosabb adatsor áll rendelkezésre.



43. ábra - 10 perces zivatarmennyiség [mm] (Forrás: OMSZ adatbázis)

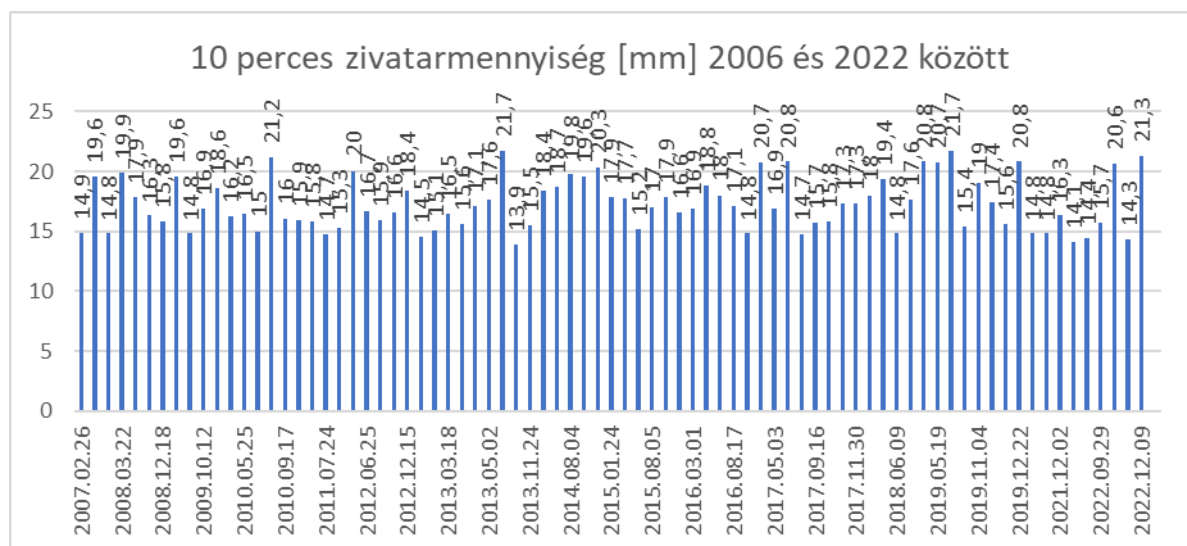
Belátható, hogy a 41. ábra, 42. ábra és 43. ábra összehasonlításával a mértékadó csapadékvízhozamot a 10 perces zivatarmennyiségek okozzák, hiszen ezeknek az eseményeknek az intenzitása időegységre vonatkoztatva a legnagyobb. **Ránézve az eddig bemutatott diagramokra, kitűnik, hogy a korábban alkalmazott 274 l/s, ha csapadékvízhozam érték valóban elavult, az új tervezési paraméter 300-350 l/s, ha érték fölötti értéke vesz el. Ezt a következő fejezetben mutatom be.**

8.5.3 Tervezési kiinduló adatok

Az esővízelvezető rendszer megtervezéséhez a kiinduló paramétereket rögzítem ebben a fejezetben. Amire szükség van az ilyesfajta feladat elvégzéséhez az az:

1. Csapadékvízhozam meghatározása [l/s, ha] mértékegységben
2. Tetőösszefolyó fejek vizsgálata (típus, mennyiség)

A 8.5.2 Vizsgálati eredmények fejezetben leírtak alapján a 10 perces intenzitású csapadékokat veszem figyelembe, azok közül is csak a mérési intervallumok felső részét. Úgy vélem a visszatérési idővel nem szükséges jelen esetben foglalkoznom, hiszen ahogy a 43. ábra mutatja az elmúlt években minden évben előfordult hasonló csapadékesemény, tehát a visszatérési időt 1 évnek is lehet tekinteni.



44. ábra - 10 perces események felső intervalluma (Forrás: OMSZ adatbázis)

A 44. ábrából kiolvasható, hogy szinte minden évben eléri a 10 perces csapadékmennyiség a 20 mm-t, azonban 15 év alatt többször is előfordul az afölötti érték. Például 2010.0616-

án, 2013.05.02-én, 2017.02.01-jén vagy akár 2019.07.27-én, de az elmúlt esztendő végén is előfordult ez a mennyiség.

Ebből kifolyólag a mért adatsorból a 21,7 mm intenzitást választom kiinduló adatként, amely azt jelenti, hogy:

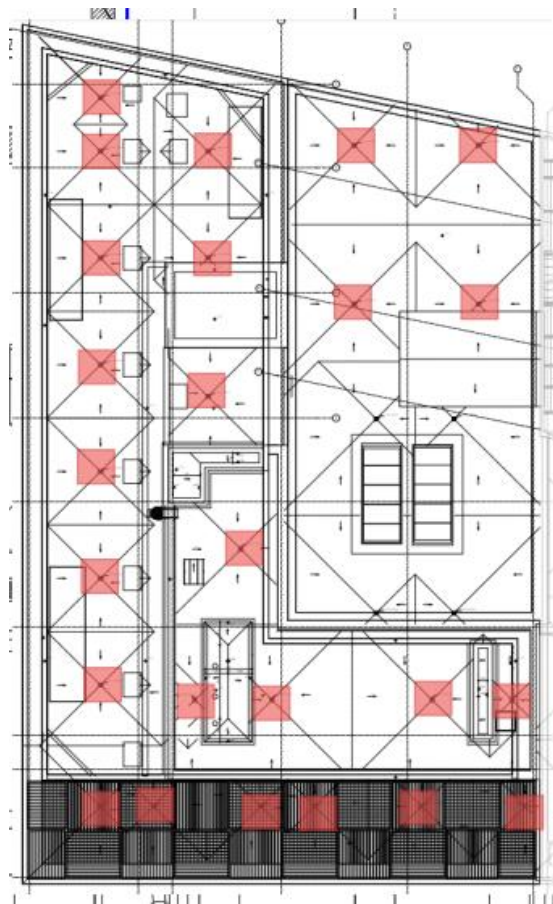
$$21,7 \frac{mm}{10perc} = 130,2 \frac{mm}{h} \text{ eső}$$

A mért adatok mm értékben jelennek meg az adatsorban, amely azt jelent, hogy 1 mm mért eső esetén 1 liter víz jelenik meg 1 m² egységnyi felületen.

130,2 mm/h esőintenzitásból a mértékadó csapadékvízhozam:

$$r = 130,2 \frac{mm}{h} = 130,2 \frac{l}{h, m^2} = \frac{130,2}{3600} \frac{l}{s, m^2} = \frac{130,2 * 10\,000}{3600} \frac{l}{s, ha} = 361,67 \frac{l}{s, ha}$$

Kiinduló adatként továbbá felvehető az építész tetőszinti lejtésterve alapján a tetőösszefolyók pontos pozíciója, hiszen az építész kollégák lejtésterve adja meg az összefolyó számokat is.

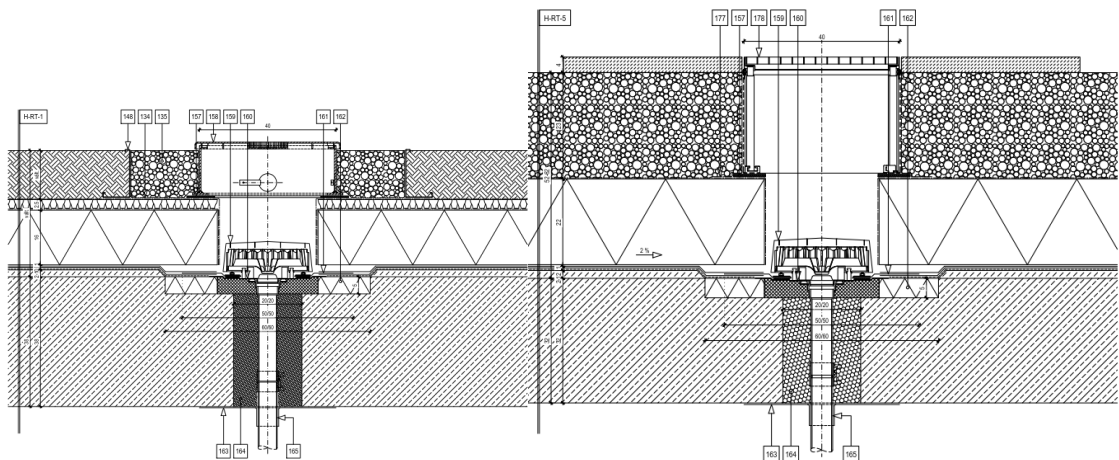


45. ábra - Lejtéstervből meghatározott tetőösszefolyó mennyiség

8.5.4 Összefolyó kiválasztása

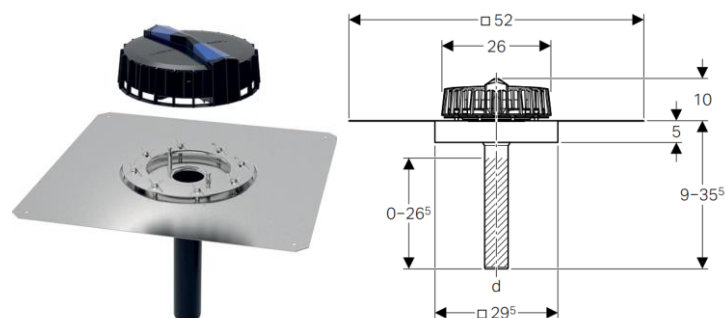
A tetőösszefolyók helyes megválasztásához a fej teljesítményén túl a tető rétegrendjének ismeretére is szükség van. Az építészeti leírások és részlettervek alapján bitumenes lemez vízszigetelés fogadására alkalmas gallérozású, függőleges kifolyású, egytölcséres víznyelő szükséges.

A terasztetők, valamint a pince szintek fölötti zöldtetők csapadékvíz elleni bitumenes szigeteléssel, pontralejtéssel kerülnek kialakításra. A tetőösszefolyók bitumenes lemez gallérlját a rétegrendben a két szigetelés rétege közé kell beépíteni lángolvasztással. Az építészeti részlettervek a beépítésről:



46. ábra - Tető rétegrend

Tehát a szükséges lefolyási teljesítményeket, majd az építész „körülmenyeket” figyelembe véve a választott tetőösszefolyó az egész épületre vonatkozólag a Geberit Pluvia esővíz-összefolyó, bitumenes tetőkhöz csatlakozólemezzel és karimával 12 l/s, d56 (cikkszám: 359.109.00.1).



47. ábra - Tetőösszefolyó típusa (Geberit, 2023)

8.5.5 Rendszertervezés

A keletkező esővíz elvezetése épületen belüli csatorna vezetékekkel és ejtőkkel történik a tetőösszefolyókon keresztül. A víztelenítés megoldására a hagyományos csapadékvízvezetéssel szemben a vákuumos tetővíztelenítés módszerét választom. Főbb okai:

1. Kevesebb ejtővezeték szükséges, mint a hagyományos rendszernél
2. Kevesebb alapvezeték
3. Ahol lehetséges, vákuumos rendszerrel a lefolyórendszert egyesíteni tudom a födém alatt. Kvázi lejtés nélkül szerelhető.
4. Igény van a nagy teljesítményre

Legfőbb oka a választásnak az ejtők elhelyezése. Az összefolyó darabszámok (21 darab a lapostetőn, 4 darab a zöldtetőn) sokasága miatt közel ugyanennyi ejtő kialakítása szükséges. Az ejtőket kizárólag azokban az aknában lehet elvezetni, amelyben a vízellátás felszálló vezetékai, valamint a szennyvízvezetés ejtővezetékei közlekednek. Ezen felül ezekben az aknában közlekedik a szobai légtechnika – ezért semmilyen úton-módon nem férne el pl.: egy hagyományos rendszerhez tartozó DN100-as ejtővezeték. Továbbá két szoba esetén szükséges összegyűjteni az azok fölött lévő víznyelőket, erre is csak a vákuumos rendszer alkalmas az álmennyezeti térben való közlekedés miatt.

A rendszer tervezését GEBERIT Műszaki Tanácsadó és Kereskedelmi Kft. által biztosított **Geberit ProPlanner** szoftverrel végeztem el. A szoftverben a nyomvonalat kell felépíteni izometrikus formában – mellékletek része –, fejek távolságát kell megadni, valamint kiinduló adatként a 8.5.3 fejezetben meghatározott csapadékvízhozamot szükséges felvinni. továbbá a lefolyási tényezőt – melyet 1-es értékre választottam a lapostető végett, valamint 0,5 értékre azon szakaszokat, ahol extenzív zöldtető található –. Ezúton a szoftver iterációkkal elvégzi a dimenziók kiválasztását, csőszűkítések beépítését, ellenállások kiegyensúlyozását annak érdekében, hogy a vákuum ki tudjon alakulni a rendszerben, s az megfelelően tudjon működni. A szoftveres méretezési táblázatokat a dolgozat mellékleteként csatolom. A rendszer megfelelő működéséhez a szoftver kiosztja a csőmegfogási megoldásokat, amely hosszú szakaszok esetén a rendszerhez tartozó merevítősinkekkel történik, ejtővezetékeknél pedig gumis csőbilincsekkel.

8.5.6 Alapvezeték

A víz útja vákuumos víz elvezetés esetén:

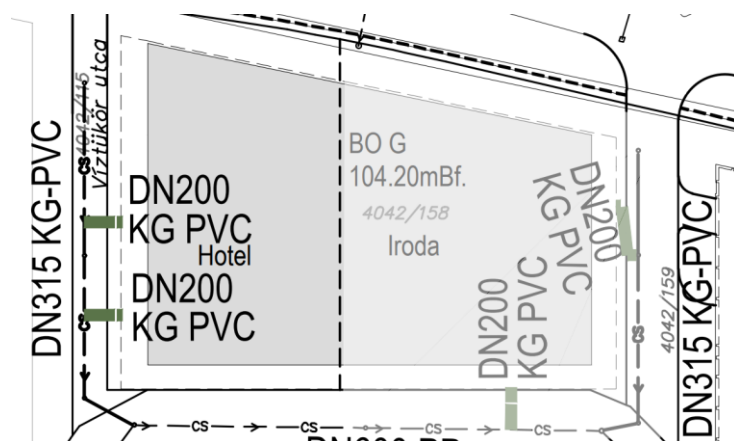
1. Tetőösszefolyóhoz összegyülekezés
2. Ágvezetékben – ejtővezetékben teltszelvénnel való elfolyás
3. Alapvezetékbe csatlakozás, gravitációs elven
4. Közműcsatlakozás

Alapvezeték méretezéséhez meg kell határozni az adott ejtővezetékben létrejövő térfogatáramokat, amelyhez az MSZ EN 12056-os szabványsorozatban foglaltak szerint dimenziót választok. Az alábbi táblázatban foglalom össze, mely jelű tetőösszefolyó fejek kerülnek egy ejtővezetékre és azokban létrejövő térfogatáramokat.

24. táblázat – Ejtővezetékek és térfogatáramok

Ejtővezeték tetőösszefolyók sorszáma szerint	Térfogatáram [l/s]
HE-21, HE-20, HE-19, HE-18, HE-17	8,7
HE-29, HE-28, HE-27, HE-26	4,6
HE-16, HE-15	3,8
HE-14, HE-13	4,2
HE-05	3,0
HE-12, HE-11, HE-10, HE-09, HE-08, HE-07, HE-06, HE-05, HE-04, HE-03, HE-02, HE-01	18,5

Az épület alapvezetéki kicsatlakozásai a kommunális szennyvízhez hasonlóan az épület P1 szintjén találhatóak. Esővíz esetén mindkettő a nyugi homlokzat mentél csatlakozik ki az alábbi ábra szerint:



48. ábra - Esővíz közmű kicsatlakozás

H-GCS 1 és H-GCS2 jelölések alapján különböztetem meg a két alapvezeték, egyben közmű kicsatlakozást – az 1-es jelű található északabbra.

H-GCS 1 alapvezeték

Erre az alapvezetékre csatlakozik a HE-17, HE-18, HE-19, HE-20, HE-21, HE-26, HE-27, HE-28 és HE-29 tetőösszefolyó fej. Az így kialakuló összes térfogatáram:

$$Q_{ww,H-GCS1} = 0,7 * \sqrt{8,7 + 4,6} = 2,5528 \frac{l}{s}$$

A választott alapvezetéki méret: DN200

H-GCS 2 alapvezeték

A H-GCS 2 alapvezeték a maradék esővízfejet gyűjti össze, az itt kialakuló összes térfogatáram:

$$Q_{ww,H-GCS2} = 0,7 * \sqrt{3,8 + 4,2 + 3,0 + 18,5} = 3,802 \frac{l}{s}$$

A választott alapvezetéki méretem ezen alapvezeték esetén is: DN200

Megjegyzendő, hogy a rendszerbe épített tetőösszefolyó fejek nem egy ejtővezetékre vannak rákötve, H-GCS 2 alapvezeték esetén rész alapvezetéki szakaszok mérete változik, alaprajzra, valamint függőleges csőtervre feltüntettem. Számítását külön nem végeztem el, 8.3.4 fejezetben alkalmazott módszerek mentén végeztem el a méretválasztását.

9. KONKLÚZIÓ

Konklúziókat az esővízelvezetés témakörében vonom le, azon belül is a rendszer megtervezéséhez szükséges csapadékvízhozammal szoros kapcsolatban. A diplomamunka fő célja, hogy az esővízelvezető rendszerek tervezéséhez szükséges esővízmennyiségére vonatkozó csapadékvízhozam értékének frissítésére javaslatot tegyek. Mindehhez az Országos Meteorológiai Szolgálat által elérhető állomási, homogenizált mérési adatait használtam fel különböző időszakokban, különböző időintervallumokban.

A kutatás, elemzés során arra a tényállásra jutottam, hogy a korábbi csapadékvízhozam értéke – 274 l/s, ha – elavult, mivel az elmúlt évek adatai azt mutatják, hogy a nagyobb és intenzívebb esőzések, különösen a rövid időszakokban előforduló zivatarok egyre gyakoribbak. Ennek megfelelően javaslom az új, 2023-ban aktuális, Budapestre vonatkozó csapadékvízhozam értékének **361,67 l/s, ha** tervezési értékre történő frissítését, amely a valóságosabb és pontosabb képet adja a jelenlegi időjárási viszonyokról. A kutatás eredményei továbbá azt is alátámasztják, hogy magától értetődően a megfelelő csapadékvízvezetés tervezése kritikus fontosságú az esővíz által okozott károk minimalizálása és az árvizek megelőzése érdekében. A megfelelően tervezett csapadékvízvezetési rendszerek biztosítják az esővíz hatékony elvezetését és tárolását, csökkentve a környezetre gyakorolt negatív hatásokat.

10. ÖSSZEGZÉS

Diplomamunkám címe: *Hotelpépület vízellátásának, szennyvíz- és esővízelvezetésének tervezése*, tehát az érintett szakágak az ivóvízellátás, használati melegvíz, cirkuláció és a csatornázás; témája a szálloda épületén belüli vízellátás, csatornázás rendszerének nyomvonalkialakítása, hidraulikai méretezése, valamint a változó esővízintenzitásokkal kapcsolatos elemzések elvégzése, méretezéshez szükséges paraméterek felülvizsgálata, javaslattétele.

A feladat elvégzéséhez a témával kapcsolatos szakirodalmi forrásokat, szabványokat áttekintettem. Először általánosságban a szállodákat mutattam be, ezt követően a vízellátás szakágában ismertettem a legionella megbetegedéssel, melegvízellátással, cirkulációs rendszerrel kapcsolatos rendszerkialakítási szempontokat, valamint működési elveket. Csatornázás témakörét két részre bontottam – szennyvíz- és esővízelvezetésre. Mindkettő esetén megismertem a vízellátáshoz hasonlóan a rendszerkialakítási szempontokat, azonban diplomamunkám fő célkitűzése az esővízelvezető rendszerek tervezéséhez a szabványi, meteorológiai felülvizsgálat, ezért már ebben a fejezetben megkezdtem a történelmi elemzéseket, csapadékmennyiség meghatározásához szükséges módszerek megismerését. Miután kellő mélységben elmerültem a kapcsolódó irodalomban, elkezdtem a Témakidolgozást, tehát a méretezést és a tervdokumentációk elkészítését.

A kidolgozás első pontjaként a tervezéshez szükséges bemeneti adatokat, tervezési határokat fektettem le, majd elvégeztem a hidraulikai méretezéseket mind ivóvízellátás, melegvízellátás, cirkuláció, szennyvízelvezetéssel tekintetében. Végül az esővízelvezetéssel kapcsolatos éghajlati vizsgálatokat, elemzéseket végeztem el, hiszen az elmúlt időszakban nagy kilengések fordultak elő Magyarország esőzését illetően, így az elavult, joggal kivont 1991-ben meghatározott csapadékadatok felülvizsgálatra szorultak. Az éghajlatváltozások végett rövid idejű események – nagy vízhozammal – váltak gyakorivá, ezeket tényszerű, mért adatokkal támasztottam alá. A hibásan alkalmazott 274 l/s, ha csapadékvízhozamra aktuális elemzésekre alapuló javaslatot tettem.

Diplomamunkámat az elméleti és a gyakorlatban használt ismereteket vegyítve, legjobb tudásom szerint igyekeztem megvalósítani témám célját: egy működő, elsőosztályú gépészeti rendszer tervezése, valamint a már szükségessé vált csapadékelvezető rendszerek tervezéséhez szükséges szakági felülvizsgálat.

11. SUMMARY

The topic of my thesis: Design of water supply, wastewater, and rainwater drainage systems for a Hotel building. The relevant fields involved are water supply, hot water supply, circulation, and sewage. The thesis focuses on the design of the water supply and sewerage system within the hotel building, including the design of the pipeline layout, hydraulic sizing, and analysis of variable rainfall intensity. This includes a review of technical literature, standards, and meteorological data to determine the necessary parameters for designing a rainwater drainage system.

The thesis begins with a general overview of hotels, followed by specific information on the design principles and operational concepts of water supply systems, such as the prevention of Legionella infection, hot water supply, and circulation. The sewerage section is divided into two parts: wastewater and rainwater drainage. In both cases, the design principles are similar to those of the water supply system. However, the main objective of the thesis is to design rainwater drainage systems using standard meteorological data, which requires an historical analysis of precipitation quantities and the methods used to determine them. After reviewing the relevant literature in depth, the design and documentation work began.

The first step in the design process was to establish the necessary input data and design limits, followed by hydraulic sizing for drinking water supply, hot water supply, circulation, and wastewater drainage. Finally, an analysis of climate and rainfall data was performed for rainwater drainage, as Hungary has experienced significant variations in rainfall patterns in recent years. Due to climate change, short-term events with high water yield have become more frequent, which have been supported by factual, measured data. I suggested a new rainfall rate of 274 l/s ha, based on current analyses for rainwater drainage.

In conclusion, the thesis combines theoretical and practical knowledge to design a functioning, high-quality mechanical system and to conduct a necessary technical review for rainwater drainage systems.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném köszönetemet kifejezni témavezetőmnek, belső konzulensemnek, **Szabó Márta** tanárnőnek a segítségéért, támogatásáért, amely hozzájárult Diplomamunkámnak létrejöttéhez, továbbá a tanulmányaim során átadott tudásért.

Külön szeretném megköszönni kedves kollégámnak és egyben külső konzulensemnek, **Jaksa Péternek** a belém fektetett bizalmat és energiát. Sokoldalú, naprakész tudásával nagyban hozzájárult dolgozatom sikeres megírásához.

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Altantulga Anar
A Hallgató Neptun kódja: ZED2DN
A dolgozat címe: Hotelépület vízellátásának, szennyvíz- és esővízelvezetésének tervezése
A megjelenés éve: 2023
A konzulens tanszék neve: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

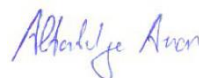
Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: 2023. május 2.



Hallgató aláírása

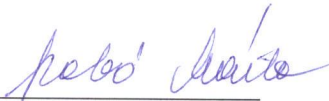
KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

Altantulga Anar (hallgató Neptun azonosítója: ZED2DN) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakedolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: 2023. év június hó 2 nap


Belső konzulens

12. IRODALOMJEGYZÉK

2011. évi CCIX. törvény a víziközmű-szolgáltatásról

239/2009. (X. 20.) Kormány rendelet a szálláshely-szolgáltatási tevékenység folytatásának részletes feltételeiről és a szálláshely-üzemeltetési engedély kiadásának rendjéről

253/1997. (XII. 20.) Kormány rendelet az országos településrendezési és építési követelményekről

49/2015. (XI. 6.) EMMI rendelet a Legionella által okozott fertőzési kockázatot jelentő közegekre, illetve létesítményekre vonatkozó közegészségügyi előírásokról

Alle László (2002): Vákuumos csapadékvíz-elvezető rendszer, VGF&HKL online, 2002/6. lapszám

Ballai János, Marton Pál (1977): Épületek vízellátása, csatornázása, gázellátása – Műszaki Könyvkiadó, Budapest

Barna Zsófia (2018): Legionella baktérium jelentette egészségkockázat, VGF&HKL online, 2018/10. lapszám

Bartram, Jamie et al. (2007): Legionella and the Prevention of Legionellosis - World Health Organization, 2.

Bohl, Willi (1983): Műszaki áramlástan. Műszaki Könyvkiadó, Budapest

BS EN 12056-2:2000 (2000): Gravity drainage systems inside buildings, Part 2: Sanitary pipework, layout and calculation, 2000

Budapart (2023): Budapart Downtown: Hotel és Irodaház vegyes funkciós épülettel bővül a Budapart. In: www.budapart.hu, 2021.03.18, <https://www.budapart.hu/hu/hirek/budapart-downtown-hotel-es-irodahaz-vegyes-funkcios-epulettel-bovul-a-budapart> (letölve: 2023.03.12)

DIN 1986-100:20016-12 (2016): Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Teil 100, 2016

Dr. Bánhidi László et al. (2004): Épületgépészet a gyakorlatban – Verlag Dashoffer Szakkiadó, Budapest

- Dr. Khayer Bernadett et al. (2021): Módszertani levél Legionella által okozott fertőzési kockázatot jelentő közegekre, illetve létesítményekre vonatkozó kockázat értékeléséről és kockázatcsökkentő beavatkozásokról – Nemzeti Népegészségügyi központ, Budapest, 5-6.
- DVGW W553 (1998): Bemessung von Zirkulations-systemen in zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen DVGW, Bonn, 1998
- Erdősi István (1981): Vízellátás és csatornázás. Tankönyvkiadó, Budapest
- Fábry Gergely (2006): Vákuumos és gravitációs szennyvízelvezetés, VGF&HKL online, 2006/12. lapszám
- Fővárosi Vízművek, (2018): Éves jelentés 2018, In: www.vizmuvek.hu, 2018., <https://www.vizmuvek.hu/files/public/new/fovarosi-vizmuvek/jelentesek/fvm-eves-jel-hun-2018.pdf> (letöltve 2023.02.08.)
- Gayer József – Ligetvári Ferenc (2007): Települési vízgazdálkodás, csapadékvíz-elhelyezés. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Budapest
- Geberit (2023): Kompetenciafüzet, Szennyvíz-hidraulika
- Hengeveld, Henry (2000): Projections for Canada's climate future: A discussion of recent simulations with the Canadian global climate model. Climate Change Digest 00-01 Meteorological Service of Canada, Environment Canada, Downsview, Ontario, pp. 53-63.
- Hotelstars Union, (2020): Criteria Hotelstars Union: Excerpt of the catalogue of criteria, In: www.hotelstars.eu, <https://www.hotelstars.eu/hungary/criteria/> (letöltve 2023.04.15)
- Houghton, John Theodore et al. (2001) Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge
- Keifer, C.J. és Chu, H.H. (1957) Synthetic storm pattern for drainage design. Journals of the Hydraulics Division ASCE. Vol. 83. No. HY 4.
- Kelen (2021): Kelen PP-RCT csőrendszer, In: www.kekelit.com, https://www.kekelit.com/hu_hu/termekek/kelen-pp-rct (letöltve 2023.04.29)
- Kelox (2020): Kelox ötrétegű csőrendszer, In: www.kekelit.com, https://www.kekelit.com/hu_hu/termekek/kelox (letöltve 2023.04.29)
- Kereszty Balázs (1995): Vízellátás – csatornázás, Műegyetemi Kiadó, Budapest

Kharin, Viatcheslav és Zwiers, Francis (2000): Changes in the extremes in an ensemble of transient climate simulations with a coupled atmosphere-ocean GCM. *Journal of Climate*, 13, p. 3760-3788.

Kónya Tamás (2008): Használati melegvíz-termelő cirkulációs hálózatának méretezése. *Magyar Épületgépészet*, LVII. évfolyam, 2008/3. szám, 35-38

KSH, (2020): Helyzetkép a turizmus, vendéglátás ágazatáról, 2019, In: www.ksh.hu, 2020.08.06.,

<https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/jeltur/2019/index.html#nemzetkzikitekints>

(letöltve 2023.04.15.)

KSH, (2021): Helyzetkép a turizmus, vendéglátás ágazatáról, 2020, In: www.ksh.hu, 2021.07.26, <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/jeltur/2020/index.html> (letöltve 2023.02.09.)

KSH, (2023): A turizmus és vendéglátás fontosabb adatai, In: www.ksh.hu, 2023.04.06., https://www.ksh.hu/stadat_files/tur/hu/tur0001.html, (letöltve 2023.04.15.)

Lehmann János (2002): Szennyvíz ág- és ejtővezetékek méretezése és kialakítása, *Magyar Épületgépészet*, LI. évfolyam, 2002/1 szám, 25-28.

Lehmann János (2007): Szennyvíz lefolyórendszerek kialakítása épületen belül, *Magyar Épületgépészet*, LVI. évfolyam, 2007/1-2 szám, 37-41.

Magyar Turisztikai Minőségtanúsító Testület, (2023): A szálloda típusú szálláshely minősítésének eljárásrendje, In: www.szallashelyminosites.hu, 2023.04.15., https://szallashelyminosites.hu/docs/szalloda_eljarasrend.pdf (letöltve 2023.04.15.)

Menyhárt József (1978): Az épületgépészet kézikönyve. Műszaki Könyvkiadó, Budapest

MET (2021): Meteorológiai Adattár, In: www.met.hu, <https://www.met.hu/omsz/tevekenysegek/adattar/> (letöltve 2023.04.10)

MET (2023): A racionális méretezési módszer alkalmazása, In: www.met.hu, https://www.met.hu/downloads.php?fn=/ismertetok/Racionalis_meretezes_megujitasa_v1.pdf (letöltve 2023.02.17)

MET (2023.1): Meteorológiai Adattár, In: www.met.hu, <https://www.met.hu/omsz/tevekenysegek/adattar/> (letöltve 2023.04.10)

- MI-10-455/2-1988 (1988): Belterületi vízrendezés, csapadékvíz elvezető hálózat, Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Minisztérium, Budapest
- MSZ EN 12056-2:2001 (2001): Gravitációs vízvezető rendszerek épületen belül - Szennyvízesővezetékek, kialakítás és számítás, 2001
- MSZ EN 12056-3:2001 (2001): Gravitációs vízvezető rendszerek épületen belül – Csapadékvíz-elvezetés, kialakítás és számítás, 2001
- MSZ-04-132-1991 (1991): Épületek vízellátása, Magyar Köztársaság – Építésügyi ágazati szabvány, Budapest
- MSZ-04-134-1991 (1991): Épületek csatornázása, Magyar Köztársaság – Építésügyi ágazati szabvány, Budapest
- Rácz László (2020): Vízellátás csatornázás. Magyar Kereskedelmi és Iparkamara, Budapest
- Rácz László – Rabi Zsolt (2014): Vízvezeték- és vízkészülék-szerelő mestervizsgára felkészítő jegyzet. Magyar Kereskedelmi és Iparkamara, Budapest
- Révai Mária, Dr. Barna Lajos (2011): Elég a DN90, Magyar Épületgépészet, LX. évfolyam, 2021/7-8 szám, 28-30.
- Sali Emil (1993) Csatornázás. Tervezési segédlet. Műegyetemi Kiadó, Budapest
- Sifalda, V. (1973) Entwicklung eines Berechnungsregens für die Bemessung von Kanalnetzen. GWV_Wasser/Abwasser, 114, H9
- Szablya Ferenc (1982): Csatornázás – Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 11.
- Szánthó Zoltán (1999): A használati melegvíz készítés és termelés szempontjai, Info-Prod Műszaki Kiadványok, 1999, No. 47.
- Tóth Péter (1984): Épületek vízellátása, csatornázása és gázellátása I. Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- Urcikan, P. és Horvath, J. (1984): Synthetic design storm and its relation to intensity – duration – frequency curves. In: Harremoës, P. (szerk.) Rainfall as the basis for urban runoff design and analysis. Pergamon Press
- Váradai Ferenc – Nemes Csaba (1992): Rövid időtartamú csapadékmáximumok gyakorisága Magyarországon. Légkör XXXVII. évfolyam 3. szám. pp 8-13.

Watt, W.E., et al. (2003): Climate change and Urban Stormwater Infrastructure in Canada: Context and Case Studies. Toronto-Niagara region Study Report and Working Paper Series, Report 2003-1. Meteorological Service for Canada, Waterloo, Ontario.

Wavin (2023): Műszaki kézikönyv vákuumos esővíz-elvezetéshez, In: www.wavin.com 2023, <https://www.wavin.com/hu-hu/letoltesi-kozpont?systems=S013> (letöltve 2023. 01.04)

Wisnovszky Iván (1984) Belterületi (települési) vízrendezés műveinek hidrológiai és hidraulikai méretezése. VMGT 146. Vízgazdálkodási Intézet, Budapest

Wisnovszky, Iván (1978): Results of Investigation for Urban Hydrology in Hungary. In: Helliwell, P.R. (szerk.) Urban Storm Drainage PENTECH PRESS London :Plymouth

Zwiers, Francis és Kharin, Viatcheslav. (1998): Changes in the extremes of the climate simulated by CCC GCM2 under CO2 doubling. Journal of Climate, 11 (9), p. 2200-2222.

13. ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra – Egyes turisztikai mutatók változása (KSH, 2021).....	6
2. ábra - Szolgáltatási területek (Fővárosi Vízművek, 2018)	12
3. ábra - Ágvezetékek légképe (Lehmann, 2007).....	17
4. ábra - Vízár kialakítása (BS EN 21057-2:2000)	17
5. ábra - A rendszertípusok sematikus ábrázolása (Lehmann, 2002)	19
6. ábra - Főszellőztetéssel ellátott rendszer felépítése (BS EN 12056, 2000) [1] kád, [2] mosdó, [3] WC, [4] padlóösszefolyó, [5] légbeszívószelep, [6] ejtővezeték, [7] ágvezeték, [8] alapvezeték, [9] szellőzővezeték.....	20
7. ábra - Mellékszellőztetéssel ellátott rendszer felépítése (BS EN 12056, 2000) [1] kád, [2] mosdó, [3] WC, [4] padlóösszefolyó, [5] légbeszívószelep, [6] ejtővezeték, [7] ágvezeték, [8] alapvezeték, [9] szellőzővezeték, [10] mellékszellőző vezeték, [11] ágvezeték szellőztető vezetéke	20
8. ábra - Szellőztetés nélküli rendszer (BS EN 12056, 2000) [1] kád, [2] mosdó, [3] WC, [4] padlóösszefolyó, [5] légbeszívószelep, [6] ejtővezeték, [7] ágvezeték, [9] szellőzővezeték.....	21
9. ábra - Szellőztetett ágvezetékű rendszer felépítése (BS EN 12056, 2000) [1] kád, [2] mosdó, [3] WC, [4] padlóösszefolyó, [5] légbeszívószelep, [6] ejtővezeték, [7] ágvezeték, [9] szellőzővezeték, [10] mellékszellőztetés, [11] ágvezeték szellőztetése	21
10. ábra - Szellőztetés nélküli ágvezeték korlátai (Lehmann, 2007).....	22
11. ábra - Gyűjtőágvezeték kialakításának korlátai (Lehmann, 2007)	23
12. ábra - Ejtővezetéki légáramok képe (Lehmann, 2007).....	24
13. ábra - Egymással szemben fekvő ágvezetékek csatlakoztatása ejtővezetésekre (Lehmann, 2007).....	25
14. ábra – Ejtő- és alapvezeték átmenete (Lehmann, 2007).....	26
15. ábra - Vákkumos (balra) és hagyományos (jobbra) esővízelvezető rendszerek (Wavin, 2023).....	27
16. ábra - Sematikus ábra a két rendszer összehasonlításához (Geberit, 2023)	29
17. ábra - Csapadék nomogramm korábban	31
18. ábra - Előfordulási valószínűségek időtartamonként a 90-es években (Gayer – Ligetvári, 2007).....	32
19. ábra - Általános intenzitású csapadék általános görbéje (Gayer - Ligetvári, 2007).....	33
20. ábra - Háromszög alakú idősor modell (Gayer - Ligetvári, 2007)	34

21. ábra – Budapest Downtown hotel és irodaépület látványképe (Budapest, 2021).....	39
22. ábra - Az épület helyszínrajza.....	40
23. ábra - Általános szobaszint	42
24. ábra - Általános szoba.....	43
25. ábra: KELOX-PROTEC csatlakozó	47
26. ábra – Élettartam görbe az alapanyagra vonatkozólag	48
27. ábra - Általános hotelszoba csapolói	51
28. ábra - Nyomásfokozó berendezés munkapontja	62
29. ábra - Hőáramok megoszlása a betáp után	66
30. ábra - Cirkulációs szelep jelleggörbe.....	70
31. ábra - Geberit Silent PP	72
32. ábra - Geberit PEHD.....	73
33. ábra - Geberit Pluvia.....	73
34. ábra – a) típusú ágvezeték.....	75
35. ábra - Egy általános szoba csatornarendszere.....	81
36. ábra - Választott olajfogó berendezés.....	85
37. ábra - Választott zsírfogó berendezés	87
38. ábra - Az épület közműbeállításai.....	88
39. ábra - Galéria és Pince alapvezeték kapcsolata	93
40. ábra - Átlagos napi csapadékintenzitás alakulása 1980 és 2021 között (Forrás: OMSZ adatbázis).....	96
41. ábra - Napi órás csapadékösszegek 2006 és 2022 között (Forrás: OMSZ adatbázis)	97
42. ábra - Napi csapadékmaximum 2007 és 2022 között (Forrás: OMSZ adatbázis).....	98
43. ábra - 10 perces zivatar mennyiség [mm] (Forrás: OMSZ adatbázis).....	98
44. ábra - 10 perces események felső intervalluma (Forrás: OMSZ adatbázis)	99
45. ábra - Lejtéstervből meghatározott tetőösszefolyó mennyiség.....	100
46. ábra - Tető rétegrend.....	101
47. ábra - Tetőösszefolyó típusa (Geberit, 2023)	101
48. ábra - Esővíz közmű kicsatlakozás	103

14. RAJZI MELLÉKLETEK

1. számú rajzi melléklet: Építész alaprajz strang számozás – 1. részlet (BOG-KT-EP-AL-01-01H-R08)
2. számú rajzi melléklet: Építész alaprajz strang számozás – 2. részlet (BOG-KT-EP-AL-01-02H-R07)
3. számú rajzi melléklet: Vízellátás csatornázás kapcsolási rajz – 1. részlet (BOG-KT-GP.VI-SA-ALT-01H-R01)
4. számú rajzi melléklet: Vízellátás csatornázás kapcsolási rajz – 2. részlet (BOG-KT-GP.VI-SA-ALT-02H-R01)
5. számú rajzi melléklet: Vízellátás csatornázás kapcsolási rajz – 3. részlet (BOG-KT-GP.VI-SA-ALT-03H-R01)
6. számú rajzi melléklet: Vízellátás csatornázás kapcsolási rajz – 4. részlet (BOG-KT-GP.VI-SA-ALT-04H-R01)
7. számú rajzi melléklet: Esővízelvezetés kapcsolási rajz (BOG-KT-GP.VI-SA-ALT-05H-R01)
8. számú rajzi melléklet: Vízellátás csatornázás P2 alaprajz – 1. részlet (BOG-KT-GP.VI-AL-P2-01H-R01)
9. számú rajzi melléklet: Vízellátás csatornázás P2 alaprajz – 2. részlet (BOG-KT-GP.VI-AL-P2-02H-R01)
10. számú rajzi melléklet: Vízellátás csatornázás P1 alaprajz – 1. részlet (BOG-KT-GP.VI-AL-P1-01H-R01)
11. számú rajzi melléklet: Vízellátás csatornázás P1 alaprajz – 2. részlet (BOG-KT-GP.VI-AL-P1-02H-R01)
12. számú rajzi melléklet: Vízellátás csatornázás Földszint alaprajz – 1. részlet (BOG-KT-GP.VI-AL-00-01H-R01)
13. számú rajzi melléklet: Vízellátás csatornázás Földszint alaprajz – 2. részlet (BOG-KT-GP.VI-AL-00-02H-R01)
14. számú rajzi melléklet: Vízellátás csatornázás Galéria alaprajz – 1. részlet (BOG-KT-GP.VI-AL-0F-01H-R01)
15. számú rajzi melléklet: Vízellátás csatornázás Galéria alaprajz – 2. részlet (BOG-KT-GP.VI-AL-0F-02H-R01)

16. számú rajzi melléklet: Vízellátás csatornázás Általános szoba szint alaprajz – 1. részlet (BOG-KT-GP.VI-AL-01-01H-R01)
17. számú rajzi melléklet: Vízellátás csatornázás Általános szoba szint alaprajz – 2. részlet (BOG-KT-GP.VI-AL-01-02H-R01)
18. számú rajzi melléklet: Vákuumos esővízelvezetés strang 01 (BOG-KT-GP.VI-SA-ALT-06H-R01)
19. számú rajzi melléklet: Vákuumos esővízelvezetés strang 02 (BOG-KT-GP.VI-SA-ALT-07H-R01)
20. számú rajzi melléklet: Vákuumos esővízelvezetés strang 03 (BOG-KT-GP.VI-SA-ALT-08H-R01)
21. számú rajzi melléklet: Vákuumos esővízelvezetés strang 04 (BOG-KT-GP.VI-SA-ALT-09H-R01)
22. számú rajzi melléklet: Vákuumos esővízelvezetés strang 05 (BOG-KT-GP.VI-SA-ALT-10H-R01)
23. számú rajzi melléklet: Vákuumos esővízelvezetés strang 06 (BOG-KT-GP.VI-SA-ALT-11H-R01)

15. MELLÉKLETEK

1. számú melléklet: Hidegvízellátás galéria szinti, melegvízellátás galéria szinti, melegvízellátás számítási táblázatok
2. számú melléklet: Nyomásfokozó berendezés adatlapja
3. számú melléklet: Vákuumos esővíz méretezés táblázat