



**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
STAVEBNÁ FAKULTA**

Ing. Martin Sokol

Autoreferát dizertačnej práce

**OPTIMALIZÁCIA HYDRAULICKÝCH POMEROV
V KANALIZAČNÝCH SYSTÉMOCH BUDOV**

na získanie akademického titulu „philosophiae doctor“, v skratke „PhD.“

v doktorandskom študijnom programe:

D-TTPB4 Teória a technika prostredia budov

v študijnom odbore:

35. Stavebníctvo

Forma štúdia: denná

Miesto a dátum: Bratislava, Máj 2025



Dizertačná práca bola vypracovaná v dennej forme doktorandského štúdia na Stavebnej fakulte Slovenskej technickej univerzity v Bratislave.

Predkladateľ: Ing. Martin Sokol
STU Bratislava
Stavebná fakulta
Katedra technických zariadení
budov Radlinského 11, 810 05
Bratislava

Školiteľ: doc. Ing. Jana Peráčková,
PhD. STU Bratislava
Stavebná fakulta
Katedra technických zariadení
budov Radlinského 11, 810 05
Bratislava

Autoreferát bol rozoslaný
Obhajoba dizertačnej práce sa koná dňa.....o.....h
na Stavebnej fakulte STU v Bratislave, Radlinského 11, 810 05 Bratislava.

.....
prof. Ing. Stanislav Unčík, PhD.
dekan Stavebnej fakulty

ÚVOD

Kanalizačné systémy nepatria medzi prioritné témy, ktoré sa v súčasnosti v budovách riešia. Avšak nesprávne navrhnutá kanalizácia v súčasnosti navrhovaných, najmä vysokých budovách, môže spôsobiť veľký problém so šírením nepríjemného zápachu, vírusov, hluku a vibrácií z kanalizačného systému do interiérových priestorov. Dodatočné odstránenia týchto problémov predstavujú nemalé investičné náklady a rozsiahle zásahy do už zrealizovanej budovy. Problematika kanalizácie v budovách je úzko viazaná na konkrétne miesto kanalizačného systému a pomerne náročná téma v dôsledku zložitých hydraulických pomerov, ktoré vznikajú pri prúdení odpadovej vody v kanalizačných potrubiach, najmä vo vysokých budovách. Dizertačná práca je zameraná nielen na problematiku vysokých budov spojenú s návrhom splaškových odpadových potrubí, ale aj na hydraulické pomery a tlakovú odolnosť zápachových uzáverok, ktoré bránia šíreniu nepríjemného zápachu a vírusov z kanalizačného systému budovy do interiéru. Pri optimálnom návrhu kanalizačného systému musia byť hydraulické pomery v kanalizačnom potrubí vyhovujúce vzhľadom na tlakovú odolnosť zápachových uzáverok tak, aby ich funkcia nebola ohrozená.

1 CIELE A METODIKA DIZERTAČNEJ PRÁCE

Hlavným cieľom práce je analyzovať technické opatrenia pre navrhovanie progresívnych kanalizačných systémov v budovách. Čiastkové úlohy, ktoré vyplývajú z hlavného cieľa práce sú nasledovné:

- **Cieľ č. 1:** Meranie tlakovej odolnosti rôznych typov zápachových uzáverok v laboratórnych podmienkach,
- **Cieľ č. 2:** Analyzovanie odparovania vody zo zápachových uzáverok a jeho vplyv na ich tlakovú odolnosť,
- **Cieľ č. 3:** Overenie súčasných výpočtových metódy a konštánt pre návrh kanalizačných systémov vo vysokých budovách,
- **Cieľ č. 4:** Analyzovanie vhodnosť použitia rôznych typov tvaroviek na splaškovom odpadovom potrubí,
- **Cieľ č. 5:** Navrhovanie vhodných technických opatrení pre vybrané časti kanalizačného systému
- **Cieľ č. 6:** Navrhovanie a využívanie 3D tlače vo výskume a vývoji odvetvia technických zariadení budov
- **Cieľ č. 7:** Navrhovanie kanalizačného systému budovy pomocou BIM modelu
- **Cieľ č. 8:** Porovnanie investičných nákladov do rôznych progresívnych systémových riešení odpadových potrubí pre vysoké budovy

Metódy spracovania dizertačnej práce sú nasledovné:

- **experimentálne merania,**
- **matematicko-počítačové simulácie,**
- **matematické analýzy,**
- **vyhodnotenia investičných nákladov,**
- **informačné modelovanie budovy (BIM),**
- **3D tlač.**

2 EXPERIMENTÁLNE MERANIA TLAKOVEJ ODOLNOSTI ZÁPACHOVÝCH UZÁVIEROK A VPUSTOV

2.1 CIEĽ EXPERIMENTÁLNYCH MERANÍ

Experimentálne merania tlakovej odolnosti zápachových uzávierok pozostávali z troch čiastkových meraní:

1. Meranie tlakovej odolnosti vpustov s výškou vody menšou ako 50 mm (časť merania popisovaná v autoreferáte),
2. Meranie tlakovej odolnosti zápachovej uzávierky so zohľadnením odparovania,
3. Meranie tlakovej odolnosti zápachových uzávierok rôznych typov a tvarov.

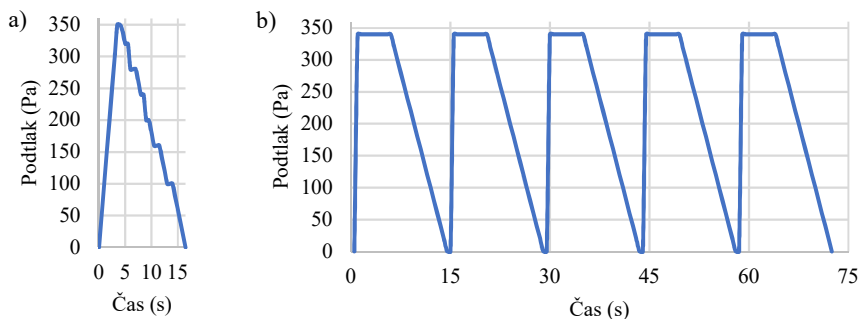
Cieľom experimentálnych meraní bolo:

- analyzovať vhodnosť použitia vpustov s výškou vody menšou ako 50 mm na kanalizačnom systéme budovy,
- verifikovať výpočtovú metódu zohľadnenia vplyvu odparovania na tlakovú odolnosť zápachovej uzávierky,
- verifikovať výpočet tlakovej odolnosti zápachovej uzávierky,
- analyzovať vplyv tvaru zápachovej uzávierky na jej tlakovú odolnosť.

2.2 ZJEDNODUŠENÁ METODIKA EXPERIMENTÁLNYCH MERANÍ

Metodika experimentálnych meraní na stanovenie tlakovej odolnosti zápachových uzávierok primárne zodpovedala normovej metodike podľa EN 1253 [13], ktorá je zameraná na vpusty v budovách. V meraniach sa objavujú aj zápachové uzávierky pre napr. umývadlá, drezy, bidety a pisoáre, ktoré spadajú pod normu EN 274 [11], avšak táto norma do dnešného dňa nepožaduje žiadnu minimálnu tlakovú odolnosť takýchto výrobkov, preto neobsahuje ani metodiku merania tlakovej odolnosti. Po konzultácii so zahraničnou firmou Hutterer & Lechner, ktorá plánuje v budúcnosti normu EN 274 [11] revidovať a rovnako spolupracovala na norme EN 1253 [13], bola metodika stanovená nasledovne:

1. Vpust/zápachová uzávierka sa umiestni do meracej zostavy, ako na obr. 2.2. Všetky spoje musia byť vodotesné a zodpovedať norme EN 476 [12].
2. Vpust/zápachová uzávierka sa naplní vodou. Pri teste na pretlak sa musí zohľadniť odparovanie vody a pri vodných uzáveroch menších ako 50 mm sa odoberú 4 mm vody a pri väčších vodných uzáveroch sa odoberie 8 mm vody.



Obr. 2.1 Priebeh tlaku v meracej zostave [Autor]

a) hľadanie maximálnej tlakovej odolnosti, b) testovanie maximálnej tlakovej odolnosti vpustu

3. V meracej zostave sa vyvinie pomocou tlakovej stanice s ventilátormi podtlak, alebo pomocou systému stlačeného vzduchu pretlak pri otvorených obtokových ventiloch.
4. Obtokové ventily sa zatvoria a tlak ihneď pôsobí na hladinu vody vo vodnom uzávere. Po 5 s sa obtokové ventily začnú pomaly otvárať a tlak v systéme klesá, obr. 2.1a. Otváranie a zatváranie obtokových ventilov prebieha pokiaľ vodný uzáver nestráca žiadnu vodu, maximálne však 5 krát, obr. 2.1b.

Počas celého merania sú hodnoty priebehu tlaku zaznamenávané pomocou prístroja Testo 480. Aby sa zabezpečila správnosť a overenie výsledkov, každé meranie sa zopakuje 10 krát. Test je úspešný, pokiaľ nedôjde k strate funkcie vodného uzáveru.

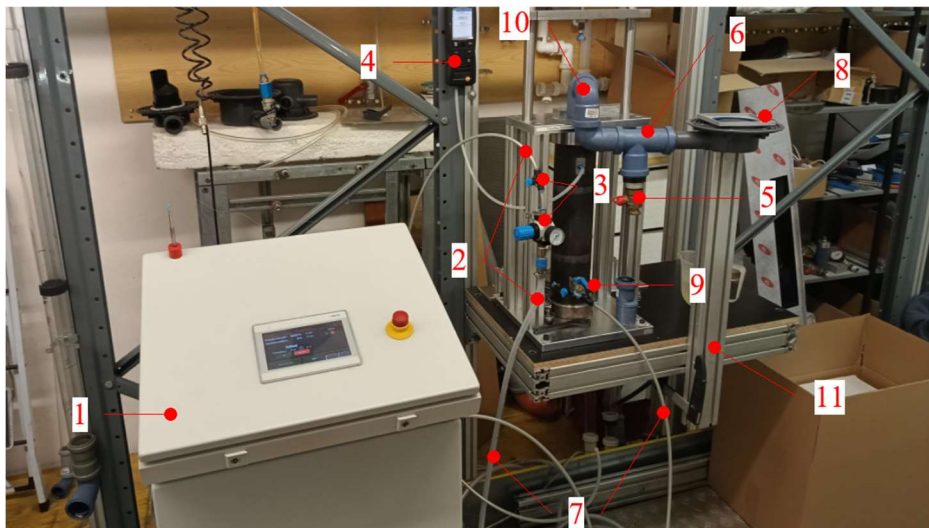
2.2.1 PARAMETRE EXPERIMENTÁLNEHO MERANIA

Pri všetkých experimentálnych meraniach sa sledovali nasledovné veličiny:

- atmosférický tlak p_a (Pa),
- podtlak p_o (Pa),
- pretlak p_r (Pa),
- maximálna tlaková odolnosť p_{adm} (Pa),
- teplota vody v zápachovej uzávierke θ_{zu} (°C),
- výška vody v zápachovej uzávierke h (mm).

2.2.2 PRÍSTROJE, POMÔCKY A SOFTVÉRY PRE EXPERIMENTÁLNE MERANIA

Pre experimentálne merania sa zostrojila meracia zostava, ktorá spĺňala požiadavky normy STN EN 1253 [13] a pozostávala z častí popísaných na obr. 2.2.



Obr. 2.2 Testovacia zostava pre meranie tlakovej odolnosti zápachových uzávierok a vpustov [Autor]

1 - automatická tlaková stanica vybavená ventilátormi, 2 - systém stlačeného vzduchu, 3 - obtokové a regulačné ventily, 4 - zariadenie na meranie tlaku v potrubí, 5 - vypúšťacia armatúra, 6 - kanalizačné potrubia, 7 - potrubia na distribúciu vzduchu, 8 - testovaný vpust/zápachová uzávierka, 9 - miesto pripojenia tlakovej stanice/systému stlačeného vzduchu do testovacej zostavy, 10 - zábrana voči preliatiu vody do meracej zostavy (15 cm = 1617 Pa), 11 - rameno pre vyrovnanie testovanej vzorky

Výsledky experimentálnych meraní zaznamenávané pomocou prístroja Testo 480, ktoré bolo pripojené po celý čas na meraciu zostavu, sa spracovali a vyhodnotili pomocou softvéru Excel. V tlakovej stanici pre generovanie podtlaku sa nachádzal špeciálne upravený firemný softvér na testovanie vpustov a ich zápachových uzáverok podľa rôznych skúšobných metód a noriem.

2.2.3 MIESTO EXPERIMENTÁLNEHO MERANIA

Všetky experimentálne merania tlakovej odolnosti zápachových uzáverok som vykonal na zahraničnej stáži v laboratóriu firmy Hutterer & Lechner so sídlom v Himbergu – Rakúsko, obr. 2.3.



Obr. 2.3 Testovacie laboratórium pre vpusty a zápachové uzávierky
vo firme HL Rakúsko [Autor]

a) 1. podlažie, b) 2. podlažie, 1 – zostava pre testovanie prietoku a zanášania (samočistiaca schopnosť), 2 – zostava pre testovanie tlakovej odolnosti, 3 – prístroj pre testovanie životnosti materiálu, 4 – prístroj pre testovanie mechanickej odolnosti

2.2.4 ČAS EXPERIMENTÁLNEHO MERANIA

Experimentálne merania sa začali plánovať v júni 2022 a prebiehali 7. – 11. augusta 2023 od 8:00 – 16:00. Čas, dátum alebo ročné obdobie pri experimentálnych meraniach spojených s koncovými prvkami vnútornej kanalizácie nezohráva skoro žiadnu rolu. V interiéri budovy sa počas celého merania teplota nemenila ($\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) a zmenu absolútnej hodnoty tlaku medzi ránom a večerom zaznamenával prístroj Testo 480.

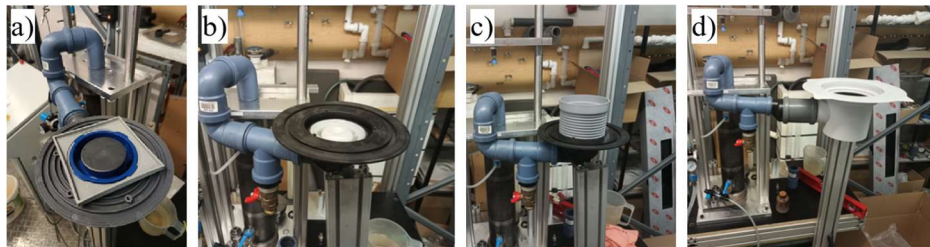
2.3 EXPERIMENTÁLNE MERANIE TLAKOVEJ ODOLNOSTI VPUSTOV S VÝŠKOU VODY MENŠOU AKO 50 MM

Stavebná výška interiérového vpustu má veľký vplyv na projektantov zdravotnotechnických inštalácií. Výška vrstiev podlahy nad nosnou konštrukciou stropu je častokrát veľmi malá (95 – 115 mm), čo spôsobuje problém hlavne pri vpustoch s bežnou stavebnou výškou, ktoré sa do podlahy nezmestia. Ďalší problém so stavebnou výškou sa vyskytuje pri bezbariérových a Walk-in riešeniach spíech, ktoré sú v súčasnej dobe štandardom skoro pri každej novostavbe. Z tohto dôvodu výrobcovia vpustov vyrábajú aj alternatívy týchto výrobkov s nízkou stavebnou výškou, ktoré so sebou prinášajú obmedzenia spojené s projektovaním pripájacích potrubí splaškovej kanalizácie, keďže zníženie stavebnej výšky je úzko spojené so znížením výšky vodného uzáveru. Produkty s nízkou stavebnou výškou nespĺňajú požiadavky noriem STN EN 12 056 [8] a STN 73 6760 [9], ktoré definujú minimálnu výšku vody v zápachovej uzávierke na 50 mm pri pripojení na potrubie splaškovej vody. Táto problematika sa rovnako týka aj interiérových podlahových

žľabov, ktorých zápachové uzávierky sú skoro totožné s tými, ktoré sa nachádzajú vo vpustoch. So schválením normy STN EN 1253-6 [13] v roku 2023 sa umožnilo používanie vpustov s výškou vody menšou ako 50 mm za dodržania určitých technických požiadaviek.

2.3.1 POUŽITÉ VZORKY

Pre časť tohto experimentálneho merania sa vybrali 4 interiérové podlahové vpusty, ktoré sa od seba líšili nielen výškou vodného uzáveru (30 – 60 mm), ale aj samotnou konštrukciou zápachovej uzávierky, obr. 2.4. V meraní sa použil jeden vpust s nízkou stavebnou výškou so špeciálnou zápachovou uzávierkou, ktorá je navrhnutá tak, aby aj pri malej výške vodného uzáveru (30 mm) dosahovala nadštandardné výsledky maximálnej tlakovej odolnosti, obr. 2.4a.

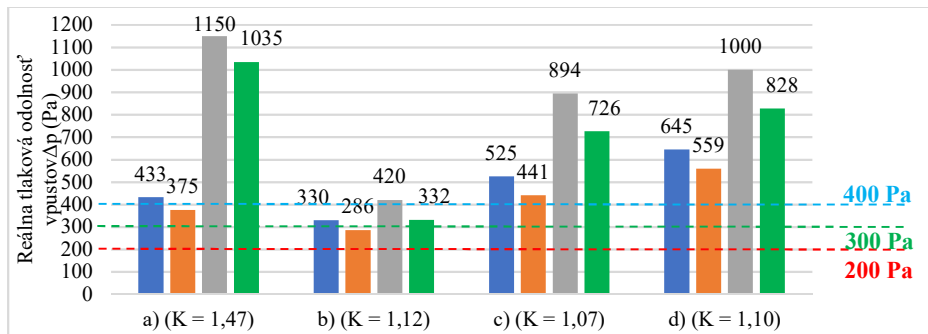


Obr. 2.4 Vzorky použitých podlahových a sprchových vpustov v laboratóriu [Autor]

a) podlahový vpust s výškou vodného uzáveru 30 mm a zvýšenou tlakovou odolnosťou, b) podlahový vpust s výškou vodného uzáveru 30 mm, c) podlahový vpust s výškou vodného uzáveru 50 mm, d) podlahový vpust s výškou vodného uzáveru 60 mm, Poznámka: vpusty s výškou vodného uzáveru 40 mm sa nevyrábajú

2.3.2 VÝSLEDKY EXPERIMENTÁLNEHO MERANIA

Namerané údaje tlakovej odolnosti vybraných vpustov sa nachádzajú na obr. 2.5. Na obrázku sú uvedené najnižšie hodnoty tlakových odolností, ktoré boli počas celého merania namerané.



Obr. 2.5 Výsledky experimentálneho merania tlakovej odolnosti vpustov [Autor]

a) podlahový vpust s výškou vodného uzáveru 30 mm a zvýšenou tlakovou odolnosťou, b) podlahový vpust s výškou vodného uzáveru 30 mm, c) podlahový vpust s výškou vodného uzáveru 50 mm, d) podlahový vpust s výškou vodného uzáveru 60 mm, Poznámka: vpusty s výškou vodného uzáveru 40 mm sa nevyrábajú, K – koeficient zohľadňujúci tvar vodného uzáveru, ■ odolnosť voči podtlaku, ■ odolnosť voči podtlaku so zohľadnením odparovania (4 mm pre $h_{zu, tot} < 50$ mm a 8 mm pre $h_{zu, tot} > 50$ mm), ■ odolnosť voči pretlaku, ■ odolnosť voči pretlaku so zohľadnením odparovania ako pri podtlaku

2.3.3 ČIASTKOVÝ ZÁVER

Na základe experimentálneho merania tlakovej odolnosti vpustov s výškou vody menšou ako 50 mm je možné konštatovať nasledovné:

- vpusty so zvýšenou tlakovou odolnosťou disponujú vysokým koeficientom tlakovej odolnosti ($K = 1,47$) v porovnaní s bežnými vpustami ($K = 1,07 - 1,12$), čo predstavuje nárast tlakovej odolnosti o približne 100 Pa,
- vpusty so zvýšenou tlakovou odolnosťou a výškou vodného uzáveru 30 mm je možné použiť na kanalizačnom systéme budovy bez dodatočných úprav pripájacích potrubí, vhodné je ale posúdenie odpadového potrubia na maximálny podtlak,
- vpusty so zvýšenou tlakovou odolnosťou umožňujú ekonomickejší návrh pripájacích potrubí,
- bežné vpusty s výškou vody menšou ako 50 mm nie je možné použiť na kanalizačnom systéme budovy bez dodatočných úprav kanalizačného systému (pripájacích potrubí) a obmedzení spojených s výškou odpadového potrubia,
- v budúcnosti môže zvyšovanie tlakovej odolnosti zápachových uzáverok docieľiť menšie dimenzie potrubí kanalizačného systému budovy alebo znižovanie výšky vodných uzáverov (znižovanie stavebnej výšky),
- v matematickom výpočte tlakovej odolnosti vodných uzáverov treba zväžiť voľbu koeficientu tlakovej odolnosti K (v súčasnosti $K = 1,10$), keďže pri tomto meraní jeden podlahový vpust s výškou vodného uzáveru 50 mm vykazoval koeficient nižší ako je zaužívaná hodnota ($K = 1,07$); na základe tohto merania by bola nová odporúčaná hodnota $K = 1,05$.

3 EXPERIMENTÁLNE MERANIE POKLESU VODY VPLYVOM ODPAROVANIA V PROTOTYPOCH ZÁPACHOVÝCH UZÁVIEROK, VYTLAČENÝCH POMOCOU 3D TLAČE

3.1 CIEĽ EXPERIMENTÁLNEHO MERANIA

Cieľom experimentálneho merania, ktoré pozostávalo zo sledovania odparovania vody zo zápachovej uzávierky bolo:

- overiť zaužívanú hodnotu odparovania vody zo zápachovej uzávierky 0,5 mm/deň, ktorá sa používa pri návrhu odpadových potrubí vo vysokých budovách,
- analyzovať zvyšovanie vody v zápachovej uzávierke vplyvom kondenzácie vodných pár na povrchu zápachovej uzávierky a vplyvom kondenzácie vodných pár z kanalizačného systému budovy.

3.2 ZJEDNODUŠENÁ METODIKA EXPERIMENTÁLNEHO MERANIA IN SITU

Na meranie odparovania vody zo zápachovej uzávierky sa nevzťahuje žiadna súčasná norma a preto nemá predpísanú žiadnu metodiku merania. Pre experimentálne merania bola stanovená nasledovná metodika merania:

1. Zápachové uzávierky sa pripoja na kanalizačný systém a umiestnia na stanovené miesto. Všetky spoje musia byť vodotesné a zodpovedať norme EN 476 [12].
2. Na pripojenom kanalizačnom systéme sa ponechajú 2 dni aby sa ustálila voda v zápachovej uzávierke vplyvom hydraulických pomerov v odpadovom potrubí.
3. Po uplynutí 2 dní od pripojenia zápachových uzáverok na kanalizačný systém môže meranie začať. Hladina vody vo všetkých zápachových uzávierkach sa odčítava každých 24 hodín v tú istú hodinu.

4. Meranie prebieha 14 dní, čo predstavuje dlhšiu dovolenku, počas ktorej nebudú zariadenia predmety používanej. Celú dĺžku merania sa zaznamenáva relatívna vlhkosť vzduchu a teplota vzduchu.

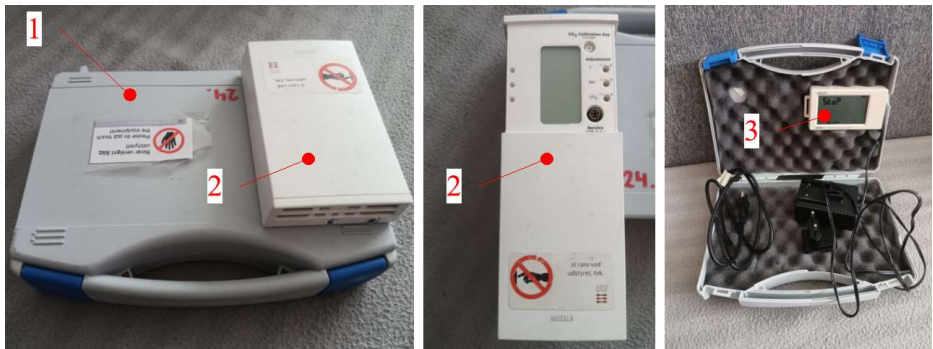
3.2.1 PARAMETRE EXPERIMENTÁLNEHO MERANIA

Pri experimentálnom meraní sa sledovali nasledovné veličiny:

- výška vody v zápachovej uzávierke h (mm),
- relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu φ_i (%),
- teplota vnútorného vzduchu θ_i (°C).

3.2.2 PRÍSTROJE, POMÔCKY A SOFTVÉRY

Relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu φ_i (%) a teplota vnútorného vzduchu θ_i (°C) sa merala pomocou senzora Vaisala typ GMW90 a namerané údaje boli ukladané na záznamník údajov HOBO typ 4, obr. 3.1.



Obr. 3.1 Senzor značky Vaisala umiestnený na obale záznamníka údajov HOBO [Autor]
1 – ochranný obal prístroja, 2 – senzor Vaisala typ GMW90, 3 – záznamník údajov HOBO typ 4

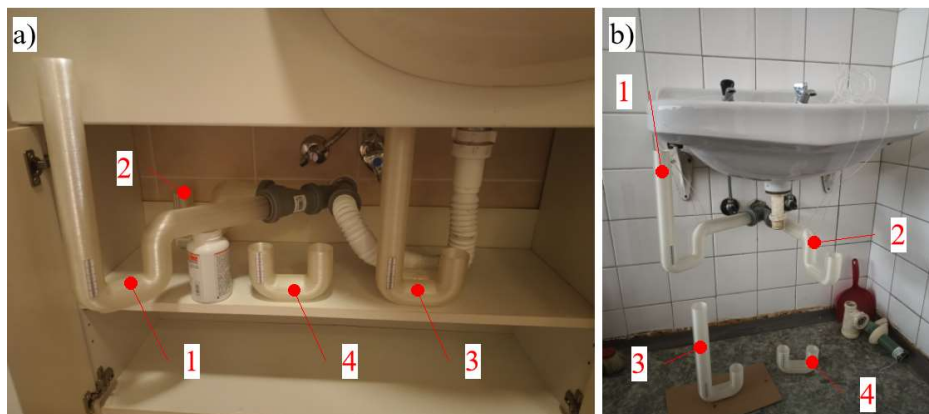
Zápachové uzávierky vytlačené pomocou 3D tlačiarne boli navrhnuté tak, aby sa na ne dala umiestniť stupnica pre odčítanie výšky hladiny vody h (mm). Rozsah stupnice sa prispôbil maximálnej výške hladiny vody v zápachovej uzávierke, t. j. 0 – 50 mm (odstupňovaných po 1 mm).

3.2.3 MIESTO EXPERIMENTÁLNEHO MERANIA IN SITU

Experimentálne meranie súčasne prebiehalo na dvoch miestach:

- **výšková budova STU stavebnej fakulty s 23 nadzemnými podlažiami** – Bratislava, Staré Mesto (okolo 42 757 obyvateľov), počítačová učebňa Katedry technických zariadení budov svf na 16. NP (časť merania popisovaná v autoreferáte),
- **rodinný dom s 2 nadzemnými podlažiami** – Bratislava, Dúbravka (okolo 30 000 obyvateľov), okrajová zóna, kúpeľňa na 2. NP.

Umiestnenie prístrojov na meranie vnútornej klímy priestorov predpisuje norma ISO 7730 [10]. Prístroje v učebni sa umiestnili vo výške 1,0 m a v kúpeľni vo výške 1,2 m. Testované zápachové uzávierky V1 a V2 sa pripojili na existujúci kanalizačný systém budovy v mieste umývadla a zápachové uzávierky V3 a V4 sa umiestnili pod umývadlo, obr. 3.2.



Obr. 3.2 Umiestnenie testovaných zápachových uzávierok (prototypy 3D tlačie) [Autor]
a) v kúpeľni rodinného domu, b) v učebni výškovej budovy SvF, 1 – zápachová uzávierka V1, 2 – zápachová uzávierka V2, 3 – zápachová uzávierka V3, 4 – zápachová uzávierka V4

3.2.4 ČAS EXPERIMENTÁLNEHO MERANIA

V počítačovej učebni vo výškovej budove SvF sa meranie začalo 27.02.2024 o 14:00 a ukončilo 12.03.2024 o 14:00. V kúpeľni rodinného domu sa meranie začalo 27.02.2024 o 20:00 a ukončilo 12.03.2024 o 20:00. Experimentálne meranie v oboch prípadoch trvalo 14 dní.

3.3 EXPERIMENTÁLNE MERANIE ODPAROVANIA VODY

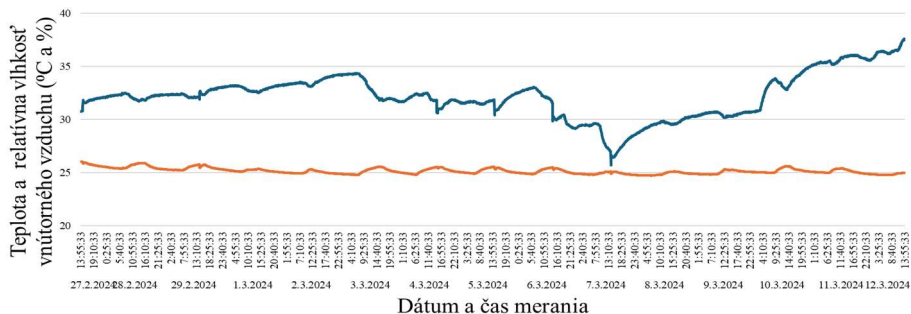
Na základe experimentálnych meraní popísaných v kap. 2 je zrejmé, že odparovanie vody zo zápachovej uzávierky má veľký vplyv na jej tlakovú odolnosť a je nutné ho zohľadňovať pri hydraulickom posúdení odpadových potrubí s priamym vetraním vo vysokých budovách. V 80 rokoch minulého storočia bol stanovený denný priemerný pokles vody v zápachovej uzávierke pri teplote vnútorného vzduchu 20 °C na $h_0 = 0,5$ mm/deň [5]. Tieto výsledky však už nemusia byť v dnešnej dobe aktuálne. Vnútorné priestory sa často prekurujú a priemerná teplota priestoru je vyššia ako 25 °C (najmä v kúpeľniach) a môže dochádzať k väčšiemu odparovaniu vody. Rovnako aj kanalizačný systém v budovách a aj mimo budov je komplikovanejší (väčší počet obyvateľov), pričom vodná para z verejnej kanalizácie sa tiež dostáva do kanalizačného systému budovy a dopĺňa svojou kondenzáciou vodu v zápachovej uzávierke. Práve z tohto dôvodu je vhodné túto zaužívanú hodnotu overiť pre aktuálne podmienky.

3.3.1 VÝSLEDOK EXPERIMENTÁLNEHO MERANIA

Vzorky vytlačené na 3D tlačiarňu sa osadili na kanalizačný systém a v jeho blízkosti a odparovanie vody sa testovalo po dobu 14 dní podľa metodiky popísanej v kap. 3.2. Počas doby merania v počítačovej učebni vo výškovej budove sa priemerná relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu φ_i bola 32,20 % a priemerná teplota vnútorného vzduchu θ_i bola 25,13 °C, obr. 3.3. Počítačová učebňa bola počas doby merania minimálne využívaná, čo je možné vidieť aj z nameraných údajov teploty a vlhkosti vnútorného vzduchu. Experimentálne meranie to však vôbec neovplyvňuje, keďže priemerná teplota aj vlhkosť vnútorného vzduchu bola v priemerných (bežných) hodnotách.

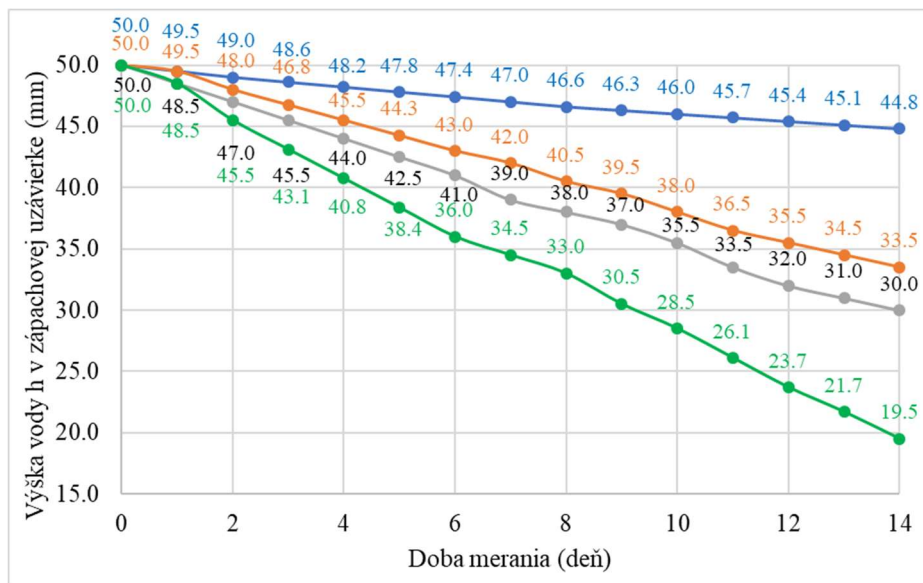
Obr. 3.4 znázorňuje pokles vody v zápachových uzávierkach vplyvom odparovania, ktoré boli umiestnené v počítačovej učebni výškovej budovy. Priemerný pokles vody v zápachovej uzávierke V1 = 0,37 mm/deň, V2 = 1,16 mm/deň, V3 = 1,43 mm/deň a V4 = 2,18 mm/deň.

Priemerné dopĺňovanie vody vplyvom kondenzácie vodných pár z kanalizačného systému v blízkosti zápachovej uzávierky vypočítané podľa vzorca $h_{zisk,ks} = 1,01$ mm/deň. Priemerné dopĺňovanie vody vplyvom kondenzácie vodných pár na vnútornom povrchu zápachovej uzávierky vypočítané podľa vzorca $h_{zisk,zu} = 0,75$ mm/deň. Priemerná odchýlka merania vypočítaná podľa vzorca bola 0,044 mm/deň.



Obr. 3.3 Priebeh teploty a relatívnej vlhkosti vzduchu v počítačovej učebni výškovej budovy [Autor]

■ relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu ϕ , (%), ■ teplota vnútorného vzduchu θ , (°C)



Obr. 3.4 Pokles vody vplyvom odparovania v zápachových uzávierkach V1 – V4 umiestnených v počítačovej učebni výškovej budovy počas 14 dní [Autor]

■ zápachová uzávierka V1, ■ zápachová uzávierka V2, ■ zápachová uzávierka V3, ■ zápachová uzávierka V4

3.4 ČIASTKOVÝ ZÁVER

Odparovanie vody zo zápachovej uzávierky tvorí podstatnú časť výpočtu ich tlakovej odolnosti, ktorá zohráva dôležitú rolu pri návrhu odpadových potrubí s priamym vetraním vo vysokých budovách. Z experimentálnych meraní môžeme vidieť, že vnútorné priestory budov sú prekurované, najmä počítačová učebňa, čo pre zápachové uzávierky predstavuje vyššie hodnoty odparovania vody. Na základe experimentálneho merania vykonaného v Bratislave je možné ďalej konštatovať, že zohľadnenie odparovania vody 0,5 mm/deň pri výpočte tlakovej odolnosti zápachovej uzávierky pre vysoké budovy umiestnené v centrách miest sa javí ako bezpečná hodnota a na základe experimentálneho merania bola táto hodnota približne 0,4 mm/deň.

4 MATEMATICKÉ SIMULÁCIE HYDRAULICKÝCH POMEROV V KANALIZAČNÝCH POTRUBIACH

4.1 CIEĽ MATEMATICKÝCH SIMULÁCIÍ

Hlavným cieľom matematických simulácií bolo simulovať hydraulické pomery v takých miestach kanalizačného systému, ktoré nebolo možné overiť experimentálnym meraním či už z ekonomických, časových alebo iných dôvodov. Druhým cieľom matematických simulácií bolo najprv preveriť niektoré miesta kanalizačného systému (či má význam uskutočniť experimentálne meranie) a až potom následne uskutočniť experimentálne merania, ktoré by potvrdili, alebo vyvrátili výsledky. Matematické simulácie pozostávali z nasledovných častí:

1. Simulácia tlakovej odolnosti zápachovej uzávierky a posúdenie vplyvu odparovania na jej tlakovú odolnosť,
2. Simulácia experimentálnych zápachových uzávierok s cieľom zvýšiť ich tlakovú odolnosť,
3. **Simulácia vplyvu použitých tvaroviek na kolísanie tlaku v splaškovom odpadovom potrubí** (časť merania popisovaná v autoreferáte).

4.2 SIMULÁCIA VHODNOSTI POUŽITIA RÔZNYCH TYPOV TVAROVIEK NA SPLAŠKOVOM ODPADOVOM POTRUBÍ

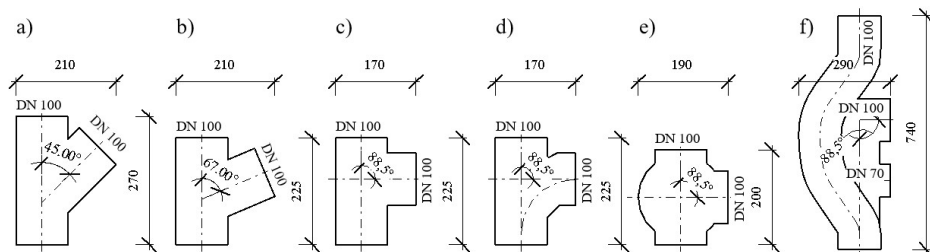
Tlakové pomery sú v splaškových odpadových potrubíach ovplyvnené mnohými faktormi. K jedným zo základných faktorov patria práve použité tvarovky, ktoré svojim tvarom ovplyvňujú uzatváranie vzduchového jadra v odpadových potrubíach. Pri uzavretí vzduchového jadra dochádza k piestovému efektu, ktorý spôsobuje podtlak. Pri prekročení maximálneho podtlaku dochádza k strate funkcie zápachovej uzávierky a následnému šíreniu nepríjemného zápachu a vírusov z kanalizačného systému do interiéru budovy. Simulované bolo splaškové odpadové potrubie v 9 podlažnej budove, na ktorom bolo umiestňovaných 6 referenčných tvaroviek počas 3 prietokových stavov.

4.2.1 OKRAJOVÉ PODMIENKY

Simulácia pozostávala z pozorovania uzatvárania prierezu odpadového potrubia a kolísania tlaku v odpadovom potrubí pri použití rôznych typov tvaroviek. Získané hodnoty boli vyhodnocované z hľadiska vplyvu na hladinu vody v zápachovej uzávierke tak, aby nedochádzalo k šíreniu nepríjemného zápachu a vírusov v budove. V odpadovom potrubí DN 100, ktoré bolo dlhé 27,5 m (9.NP, konštrukčná výška podlažia 3,0 m) boli simulované 3 prietokové stavy. Z pripájacieho potrubia DN 100 dlhého 3 m pritekala voda do odpadového potrubia s nasledovnými prietokmi:

- 2,0 l/s – spláchnutie WC na 9.NP,
- 4,0 l/s – spláchnutie WC na 9 a 8.NP,
- 6,0 l/s – spláchnutie WC na 9, 8 a 7.NP.

Splachovanie WC bolo na najvyšších podlažiach z dôvodu, aby sa simuloval možný najnepriaznivejší stav prúdenia vody v odpadovom potrubí 9 podlažnej budovy a zároveň aby neboli prekročené maximálne dovolené prietoky pripájacích a odpadových potrubíach vyplývajúce z STN EN 12056 [8] , STN 736760 [9]. Vzhľadom na to, že niektoré tvarovky vykazovali dobré výsledky, bol zvolený aj mimoriadny prietok 6,0 l/s, ktorý prekračuje dovolený prietok vyplývajúci zo spomenutých noriem. Pomocou tohoto prietoku bolo možné lepšie porovnanie niektorých tvaroviek. Simulácia bola zameraná na nárazový prietok v odpadovom potrubí, kedy dochádza k najväčším hodnotám podtlaku, prvých 10 sekúnd od spláchnutia. Simulované druhy tvaroviek sú znázornené na obr. 4.1.



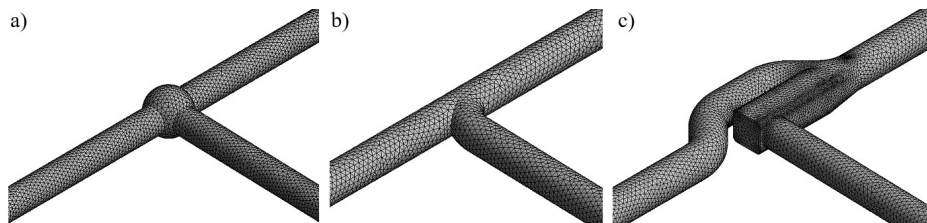
Obr. 4.1 Simulované tvarovky na splaškovom odpadovom potrubí [Autor]

a) jednoduchá odbočka 45°, b) jednoduchá odbočka 67°, c) jednoduchá odbočka 88,5° bez oblúkovej úpravy, d) jednoduchá odbočka 88,5° s oblúkovou úpravou, e) guľová odbočka, f) štandardná tvarovka Sovent bez úprav

Pri kolísaní podtlaku v odpadovom potrubí boli rozoznávané 2 hraničné hodnoty (- 300 a - 450 Pa). Do podtlaku $\leq - 300$ Pa dochádza k menším úbytkom hladiny vody v zápachovej uzávierke s výškou vodného uzáveru 50 mm. Po prekročení tejto hranice začína dochádzať k väčším úbytkom hladiny vody a po prekročení hranice - 450 Pa (zohľadnenie odparovania vody) stráca zápachová uzávierka svoju funkciu brániť šíreniu zápachu a vírusov do interiéru budovy.

4.2.2 VÝPOČTOVÁ SIETĚ

Pri výpočte bola vygenerovaná sieť s počtom elementov v rozsahu od 502 572 (odbočka 88,5° s oblúkovou úpravou) do 1 268 700 (tvarovka Sovent), pri rozmere jedného elementu 0,015 m. Podrobnosť výpočtovej siete vybraných odpadových potrubí je znázornená na obr. 4.2. Kvalita výpočtovej siete bola hodnotená na základe dvoch parametrov Skewness a Orthogonal quality. Na základe odporúčaní v príručke Ansys Guide sú tieto dva parametre vo veľmi dobrej kvalite [14].

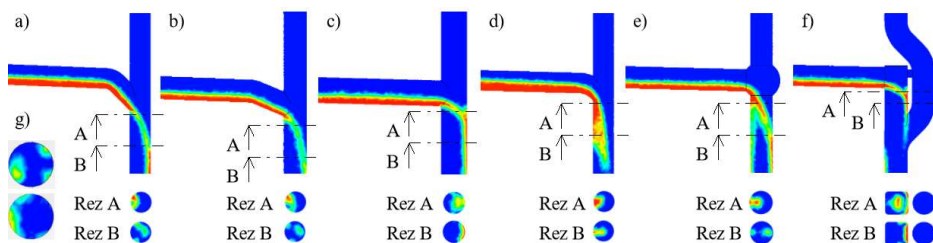


Obr. 4.2 Podrobnosť výpočtovej siete vybraných odpadových potrubí [Autor]

a) s guľovou odbočkou (705 807 elementov), b) s jednoduchou odbočkou 88,5° s oblúkovou úpravou (502 572 elementov), c) s tvarovkou Sovent (1 268 700)

4.2.3 VÝSLEDKY UZATVÁRANIA PRIEREZU ODPADOVÉHO POTRUBIA

Uzatváranie prierezu odpadového potrubia bolo pozorované počas spláchnutia 1x WC (2,0 l/s), ktoré bolo umiestnené na pripájacom potrubí najvyššieho podlažia, obr. 4.3. Hodnoty uzatvárania prierezu z časti predpovedali priebehy tlaku v odpadovom potrubí, tab. 4.1. V odpadových potrubíach s najväčším % uzatvárania prierezu dochádzalo k najväčším hodnotám podtlaku a s najnižším % uzatvárania zase naopak k najnižším hodnotám podtlaku. Toto konštatovanie sa však netýka tvarovky Sovent, kedy uzatváranie prierezu prebiehalo mimo hlavný tok a tým pádom to neovplyvňovalo hodnotu podtlaku. Po naražení vody z pripájacieho potrubia na protiahľú stenu odpadového potrubia sa začalo postupne formovať prstencové obtekanie vnútorných stien potrubia, obr. 4.3g. Dĺžka, po ktorej sa začal formovať prstencový prítok je závislá od typu použitej tvarovky.



Obr. 4.3 Uzatváranie prierezu odpadového potrubia v mieste pripojenia pripájacieho potrubia [Autor]

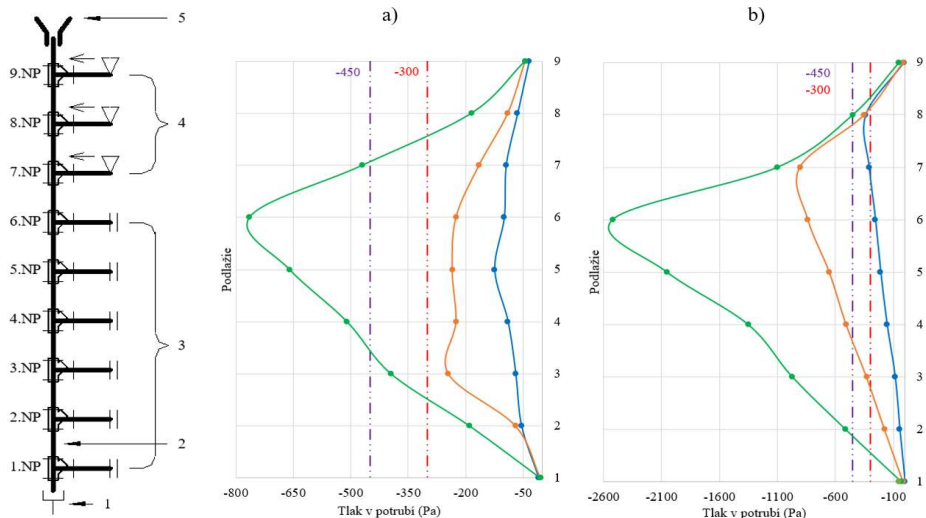
a) s jednoduchou odbočkou 45°, b) s jednoduchou odbočkou 67°, c) s jednoduchou odbočkou 88,5° bez oblúkovej úpravy, d) s jednoduchou odbočkou 88,5° s oblúkovou úpravou, e) s guľovou odbočkou, f) s tvarovkou Sovent bez úprav, g) postupné formovanie prstencového obtekania prierezu potrubia

Tab. 4.1 Uzatváranie prierezu vzduchového jadra v odpadovom potrubí

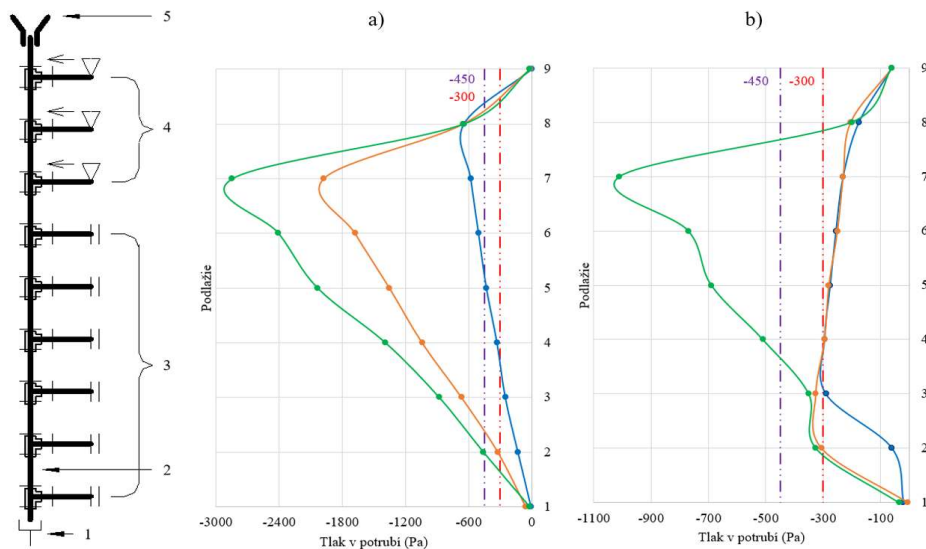
Typ tvarovky	Uzavretie prierezu vzduchového jadra (%)
Jednoduchá odbočka 45°	30
Jednoduchá odbočka 67°	45
Jednoduchá odbočka 88,5° bez oblúkovej úpravy	55
Jednoduchá odbočka 88,5° s oblúkovou úpravou	30
Guľová odbočka	35
Tvarovka Sovent bez úprav	50

4.2.4 VÝSLEDKY KOLÍSANIA TLAKU V ODPADOVOM POTRUBÍ

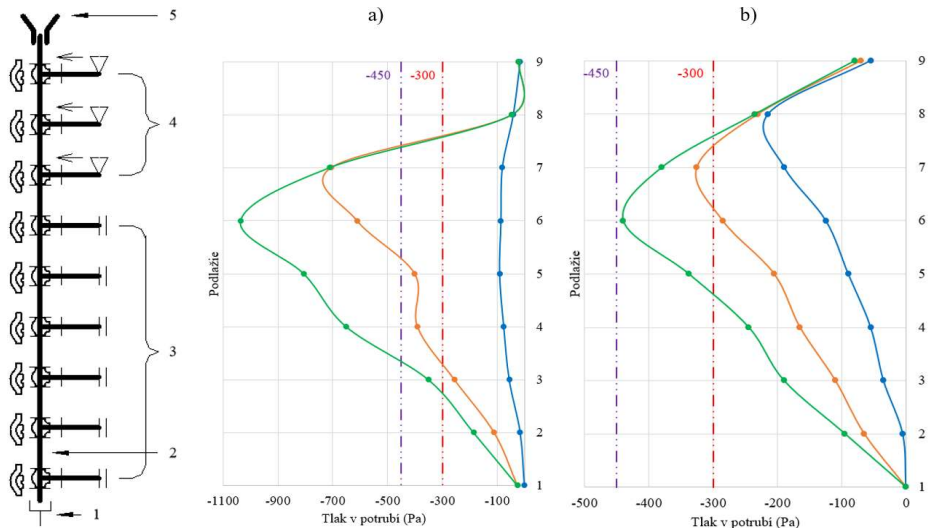
Všetkých 6 popísaných typov kanalizačných tvaroviek bolo simulovaných na odpadovom potrubí 9 podlažnej budovy pri 3 prietokových stavoch s hodnotami 2,0 l/s, 4,0 l/s a 6,0 l/s. Na obr. 4.4 je znázornené kolísanie tlaku v odpadovom potrubí pri použití jednoduchej odbočky 45 ° a jednoduchej odbočky 67 °. Na obr. 4.5 je znázornené kolísanie tlaku v odpadovom potrubí pri použití jednoduchej odbočky 88,5 ° bez oblúkovej úpravy a jednoduchej odbočky 88,5 ° s oblúkovou úpravou. Na obr. 4.6 je znázornené kolísanie tlaku v odpadovom potrubí pri použití jednoduchej guľovej odbočky a tvarovky Sovent bez úprav. Uvedené sú len najnižšie dosiahnuté hodnoty podtlaku, keďže tieto hodnoty sú najpodstatnejšie pri stratách funkcie zápachových uzáverok.



Obr. 4.4 Kolísanie tlaku v odpadovom potrubí (najnižšie hodnoty podtlaku) – časť 1
a) s jednoduchou odbočkou 45° , b) s jednoduchou odbočkou 67° , 1 – voľný výtok, 2 – odpadové potrubie DN 100, 3 – pripájacie potrubie DN100 bez prítoku, 4 – pripájacie potrubie DN100 s prítokom, 5 – vetranie odpadového potrubia, ● – prvý prietokový stav 2,0 l/s, ● – druhý prietokový stav 4,0 l/s, ● – tretí prietokový stav 6,0 l/s [Autor]



Obr. 4.5 Kolísanie tlaku v odpadovom potrubí (najnižšie hodnoty podtlaku) – časť 2 [Autor]
a) s jednoduchou odbočkou $88,5^\circ$ bez oblúkovej úpravy, b) s jednoduchou odbočkou $88,5^\circ$ s oblúkovou úpravou, 1 – voľný výtok, 2 – odpadové potrubie DN 100, 3 – pripájacie potrubie DN100 bez prítoku, 4 – pripájacie potrubie DN100 s prítokom, 5 – vetranie odpadového potrubia, ● – prvý prietokový stav 2,0 l/s, ● – druhý prietokový stav 4,0 l/s, ● – tretí prietokový stav 6,0 l/s



Obr. 4.6 Kolísanie tlaku v odpadovom potrubí (najnižšie hodnoty podtlaku) – časť 3 [Autor]
a) s guľovou odbočkou, b) s tvarovkou Sovent, 1 – voľný výtok, 2 – odpadové potrubie DN 100, 3 – pripájacie potrubie DN100 bez prítoku, 4 – pripájacie potrubie DN100 s prítokom, 5 – vetranie odpadového potrubia,
● – prvý prietokový stav 2,0 l/s, ● – druhý prietokový stav 4,0 l/s, ● – tretí prietokový stav 6,0 l/s

4.3 ČIASTKOVÝ ZÁVER

Na základe simulácie vhodnosti použitia rôznych typov tvaroviek na splaškovom odpadovom potrubí je možné konštatovať:

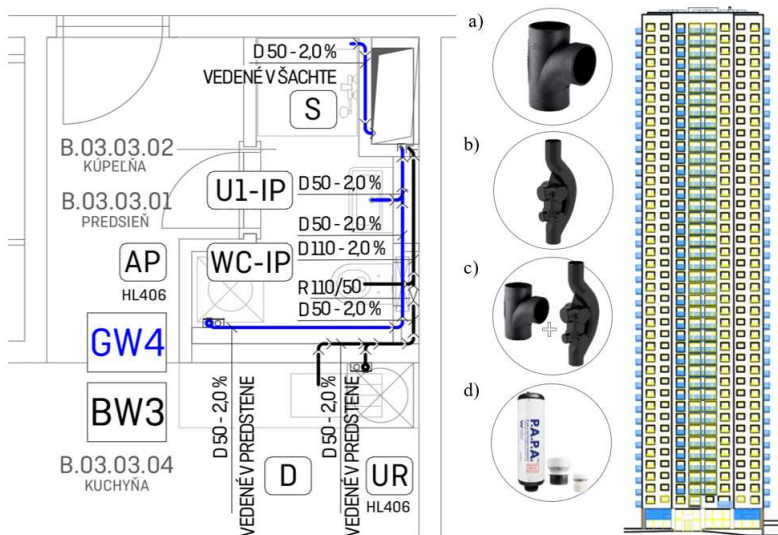
- z hľadiska kolísania tlaku predstavuje najlepšie riešenie pre odpadové potrubia špeciálna tvarovka Sovent; po tvarovke Sovent z hľadiska kolísania tlaku predstavuje vhodné riešenie jednoduchá odbočka 45 ° a jednoduchá odbočka 88,5 ° s oblúkovou úpravou,
- pri prítoku 2,0 l/s v pripájacom potrubí nedochádza pri pripojení pripájacieho potrubia na odpadové potrubie pomocou jednoduchého odbočky 45 ° k uzavretiu prierezu pripájacieho potrubia v mieste zmeny smeru,
- oblúková úprava na jednoduchých odbočkách znižuje kolísanie tlaku v niektorých prípadoch až o 60 %, výrazne by možno pomohla aj tvarovka Sovent,
- pri guľovej odbočke dochádza k zaplňaniu pripájacích potrubí na nižších podlažiach, ktoré sú bez prítoku, z tohto dôvodu by sa malo nachádzať na odpadovom potrubí čo najmenej typov týchto tvaroviek,
- pri jednoduchého odbočky 67 ° dochádza pri väčších prietokoch v odpadovom potrubí (nad 2,0 l/s) k veľmi nízkym hodnotám podtlaku, z toho dôvodu je lepšie používať ich len pri nízkych objektoch (rodinné domy, haly),
- ak sa na pripájacom potrubí nachádza WC, nie je vhodné použiť na pripojenie pripájacieho potrubia na odpadové potrubie jednoduchú odbočku 88,5 ° bez oblúkovej úpravy z dôvodu vzniku vyššieho podtlaku v odpadovom potrubí.

5 POROVNANIE INVESTIČNÝCH NÁKLADOV SYSTÉMOV ODPADOVÝCH POTRUBÍ VO VYSOKEJ BUDOVE S VYUŽITÍM SIVEJ VODY

Vybrať vhodný systém odpadového potrubia predstavuje v súčasnej dobe čoraz väčší problém vzhľadom na neustále narastajúci počet nadzemných podlaží budov. Projektanti zdravotnotechnických inštalácií musia pri návrhu systému odpadových potrubí vychádzať nielen z výpočtom stanovených menovitých svetlostí potrubí, ale aj prihliadať na priestorové požiadavky, ktoré si jednotlivé systémy vyžadujú.

Cieľom tejto kapitoly bolo posúdiť vhodnosť použitia rôznych systémov odpadových potrubí vo vysokej budove s celkovým počtom podlaží 43. Okrajovou podmienkou bolo, že budova musí byť schopná využívať aj sivú vodu, čo predstavovalo značný zásah do kanalizačného systému, najmä do odpadových potrubí (čierna a sivá voda samostatne). Modelovú situáciu predstavovalo jedno vybrané hygienické zariadenie bytu s najväčším počtom pripojených zariadení (obrázok 5.1), pre ktoré sa navrhovali rôzne varianty systémov odpadových potrubí. Pri návrhu sa uvažuje so 4 nasledovnými systémami, prípadne kombináciami odpadových potrubí:

- 2x odpadové potrubie s priamym vetraním (čierna a sivá voda samostatne), obr. 5.1a,
- 2x odpadové potrubie s tvarovkou Sovent (čierna a sivá voda samostatne), obr. 5.1b,
- odpadové potrubie s priamym vetraním (sivá voda) v kombinácii s odpadovým potrubím s tvarovkou Sovent (čierna voda), obr. 5.1c,
- 2x odpadové potrubie s prvkami aktívnej ochrany pripojené na spoločné tlmiče pretlaku (čierna a sivá voda samostatne), obr. 5.1d.

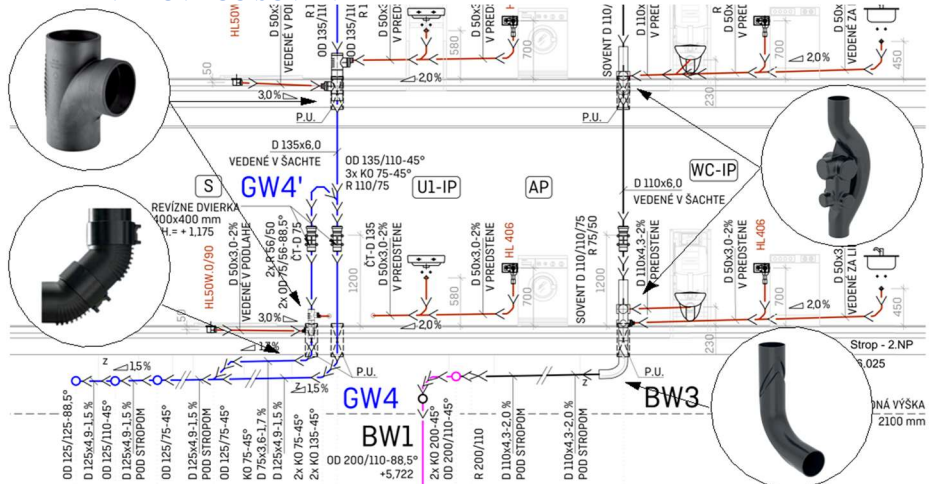


Obr. 5.1 Varianty technického riešenia odpadových potrubí vnútornej kanalizácie pre vybraný 2-izbový byt s kúpeľňou a kuchyňou pri 40-tich podlažiach [Autor]

a) 2x odpadové potrubie s priamym vetraním, b) 2x odpadové potrubie s tvarovkou Sovent, c) odpadové potrubie s priamym vetraním v kombinácii s odpadovým potrubím s tvarovkou Sovent, d) 2x odpadové potrubie s prvkami aktívnej ochrany pripojené na spoločné tlmiče pretlaku, Poznámka: pripájacie potrubia sú ukončené na hrane inštalácie šachty

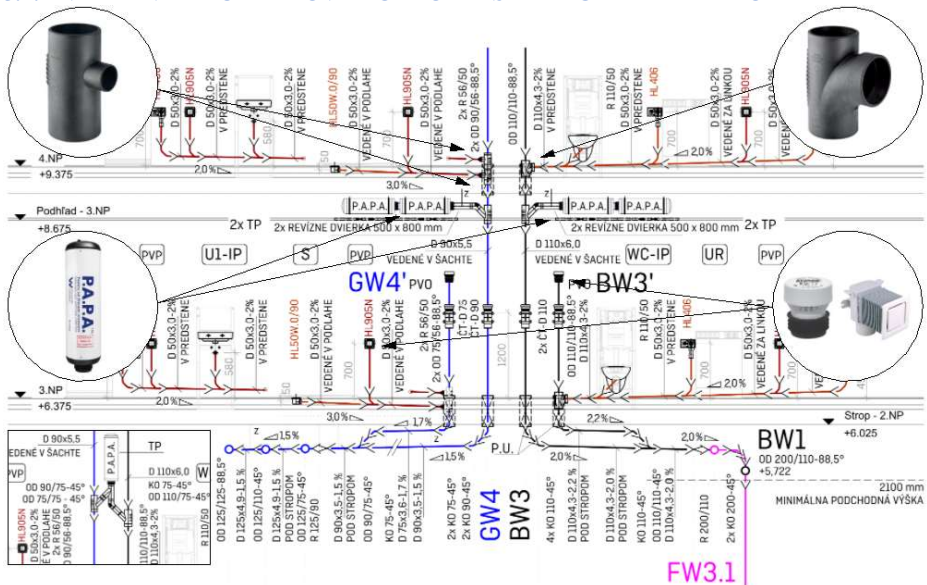
Technical drawing of a sewerage network plan. The drawing shows a series of manholes (S, U1-IP, AP, WC-IP, UR, D) and building connections (BW1, BW3, FW3.1) along a street. The network includes various pipe diameters (D 110, D 150, D 200) and slopes (2.0%, 3.0%, 15%). A detailed view of a manhole connection is shown on the left, and a detailed view of a building connection is shown on the right. The drawing is labeled with various technical specifications and dimensions.

5.1.3 VARIANT 3 – ODPADOVÉ POTRUBIE S PRIAMYM VETRANÍM A TVAROVKOU SOVENT



19

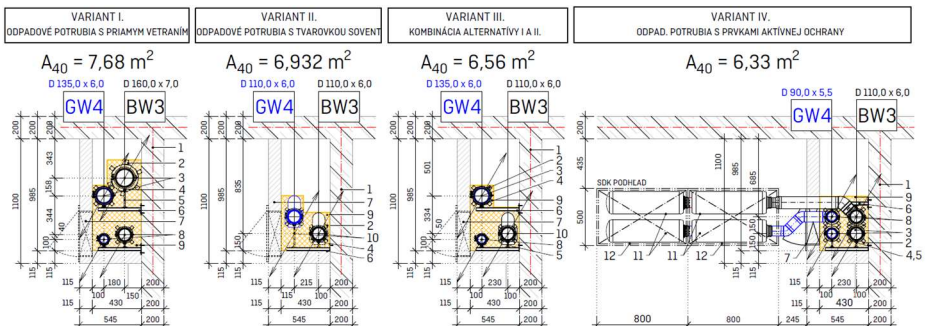
5.1.4 VARIANT 4 – ODPADOVÉ POTRUBIE S TLMIČMI PRETLAKU



Obr. 5.1 Technické riešenie prechodu odpadového potrubia na zvodové potrubie [Autor]

5.1.5 PRIESTOROVÉ POŽIADAVKY ODPADOVÝCH POTRUBÍ

Okrem odpadových potrubí kanalizácie sa v inšalačných šachtách sústreďujú rozvody vodovodu, vzduchotechniky a rozvody vykurovania, preto je dôležité správne rozmiestnenie a vzájomné vzdialenosti týchto zvislých potrubí. Vplýva to predovšetkým na pôdorysné rozmery inšalačnej šachty v byte. Do inšalačnej šachty s vnútorným rozmerom 430 x 985 mm boli navrhnuté všetky štyri varianty odpadových potrubí BW3 a GW4 a vypočítané ich minimálne potrebné plochy pre inšaláciu, obr. 5.6.

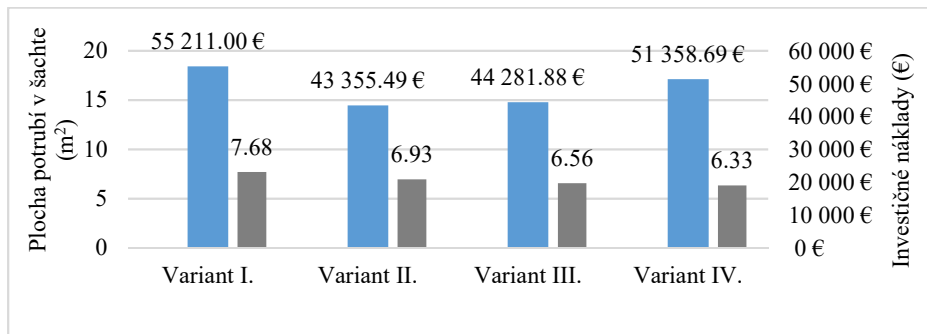


Obr. 5.6 Usporiadanie odpadových potrubí v inštalačných šachtách nad zmenou smeru odpadového potrubia [Autor]

Variant 1 - odpadové potrubia BW3 a GW4 s priamym vetraním, Variant 2 - odpadové potrubia BW3 a GW4 s tvarovkou Sovent, Variant 3 - odpadové potrubie BW3 s priamym vetraním a GW s tvarovkou Sovent, Variant 4 - odpadové potrubia BW3 a GW4 s prvkami aktívnej ochrany,

5.1.6 INVESTIČNÉ NÁKLADY NA ODPADOVÉ POTRUBIA

Pre všetky varianty odpadových potrubí boli stanovené investičné náklady, obr. 5.7. V celkovej cene sú zahrnuté odpadové potrubia od vetracej hlavice/prívzdušňovacieho ventilu až po prechod odpadového potrubia do zvodového potrubia vrátane obtokov, objímok, požiarnych manžiet, čistiacich tvaroviek, atď. Ceny sú prebraté z databázy stavebného softvéru (Cenkros), vďaka ktorému boli stanovené ceny stavebných materiálov pre rok 2023. V investičných nákladoch je zahrnutá aj plocha, ktorú odpadové potrubia zaberajú v inštalčných šachtách, pričom cena za m² bytu je určená zo štatistických údajov NBS.



Obr. 5.2 Investičné a priestorové porovnanie jednotlivých variantov odpadových potrubí
■ investičné náklady, ■ plocha inštalčných šacht

5.2 ČIASTKOVÝ ZÁVER

Na obr. 5.7 sú zhrnuté všetky výsledky porovnania systémov odpadových potrubí pre využívanie sivej vody vo vysokej budove pre 1 vybrané hygienické zázemie objektu:

Variant I. – z výsledného vyhodnotenia vyplýva, že toto riešenie sa umiestnilo na 4. mieste. Môžeme vidieť, že najväčšiu položku tohto systému tvoria práve investičné náklady do potrubí DN 150 a DN 125, kanalizačných tvaroviek a plocha potrubí v šachte, o ktorú musí byť predajný priestor zmenšený. V prípade vyššieho objektu s väčším počtom zariadených predmetov by sa dimenzie potrubí museli zväčšiť, čo by viedlo k omnoho väčším investičným nákladom.

Variant II. – z výsledného vyhodnotenia vyplýva, že toto riešenie sa umiestnilo na 1. mieste. V porovnaní s inými variantami, tento systém mal najnižšie investičné náklady do odpadových potrubí z dôvodu malých dimenzií a prekvapivo aj do kanalizačných tvaroviek, ktoré sú v porovnaní s jednoduchými odbočkami mnohonásobne drahšie, avšak umožňujú pripojenie viacerých pripájacích potrubí na jednu tvarovku, čo značne znižuje ich počet. Rovnako tento systém disponuje dostatočnou rezervou v dovolenom prietoku a budova by mohla byť aj 2x taká vysoká (80 .NP) a dimenzia odpadového potrubia by sa nemenila.

Variant III. – z výsledného vyhodnotenia vyplýva, že toto riešenie sa umiestnilo na 2. mieste. Investičné náklady v porovnaní s variantom II. mierne navýšili práve investície do väčšej dimenzie odpadového potrubia pre sivú vodu (DN 125). Avšak tento variant nedisponuje žiadnou rezervou v dovolenom prietoku odpadového potrubia pre sivú vodu a ak by budova mala väčší počet podlaží, táto menovitá svetlosť by narastala.

Variant IV. – z výsledného vyhodnotenia vyplýva, že toto riešenie sa umiestnilo na 3. mieste. Investičné náklady tohto systému rapídne zväčšili práve prvky aktívnej ochrany, ktoré musia byť prístupné cez revízne dverka. Ďalšou nevýhodou tohto systému je, že sa zatiaľ nenachádza na našom trhu.

6 PRÍNOSY DIZERTAČNEJ PRÁCE

V tejto kapitole uvádzam v súhrnnom prehľade prínosy dizertačnej práce pre rozvoj vedy a spoločenskú prax s odporúčaniami pre ďalší výskum.

6.6 PRÍNOSY PRE ROZVOJ VEDY

Na základe dizertačnej práce s názvom „*Optimalizácia hydraulických pomerov v kanalizačných systémoch budov*“ možno konštatovať nasledovné prínosy pre rozvoj vedy:

1. Experimentálne merania vykonané na kanalizačných systémoch budov

- vpusty so zvýšenou tlakovou odolnosťou disponujú vysokým koeficientom tlakovej odolnosti ($K = 1,47$) v porovnaní s bežnými vpustami ($K = 1,07 - 1,12$), čo predstavuje nárast tlakovej odolnosti o približne 100 Pa,
- v matematickom výpočte tlakovej odolnosti vodných uzáverov (8) treba zvážiť voľbu koeficientu tlakovej odolnosti K (v súčasnosti $K = 1,10$), keďže pri tomto meraní jeden podlahový vpust s výškou vodného uzáveru 50 mm vykazoval koeficient nižší ako je zaužívaná hodnota ($K = 1,07$); na základe tohto merania by bola nová odporúčaná hodnota $K = 1,05$.
- zohľadnenie odparovania vody 0,5 mm/deň pri výpočte tlakovej odolnosti zápachovej uzávierky pre vysoké budovy umiestnené v centrách miest sa javí ako bezpečná hodnota a na základe experimentálneho merania bola táto hodnota približne 0,4 mm/deň; pri budovách s nižším počtom podlaží, umiestnených
- v odľahlejších častiach mesta sa odporúča použiť hodnotu odparovania vody zo zápachovej uzávierky 0,6 - 0,7 mm/deň,
- tlaková odolnosť rôznych typov a tvarov zápachových uzáverok,
- vplyv zvýšenia tlakovej odolnosti zápachovej uzávierky na kanalizačný systém budovy,
- vplyv odparovania vody zo zápachovej uzávierky na jej tlakovú odolnosť,
- aktuálnosť vybraných výpočtových metód a vzorcov,
- 3D tlač.

2. Matematické simulácie vykonané na kanalizačných systémoch budov

- z hľadiska kolísania tlaku predstavuje najlepšie riešenie pre odpadové potrubia špeciálna tvarovka Sovent; po tvarovke Sovent z hľadiska kolísania tlaku predstavuje vhodné riešenie jednoduchá odbočka 45 ° a jednoduchá odbočka 88,5 ° s oblúkovou úpravou,
- oblúková úprava na jednoduchých odbočkách znižuje kolísanie tlaku v niektorých prípadoch až o 60 %, výrazne by možno pomohla aj tvarovke Sovent,
- vplyv tlaku na hladinu vody v zápachovej uzávierke,
- vplyv odparovania vody zo zápachovej uzávierky na jej tlakovú odolnosť,
- tlaková odolnosť rôznych typov a tvarov zápachových uzáverok,
- rôzne spôsoby zvyšovania tlakovej odolnosti zápachovej uzávierky,
- kolísanie tlaku v odpadovom potrubí a uzatváranie prierezu pri použití rôznych typov tvaroviek,
- použitie softvéru Ansys.

6.7 PRÍNOSY PRE SPOLOČENSKÚ PRAX

Na základe dizertačnej práce s názvom „*Optimalizácia hydraulických pomerov v kanalizačných systémoch budov*“ možno konštatovať nasledovné prínosy pre spoločenskú prax:

- podrobná analýza súčasného stavu problematiky vybraných častí kanalizačných systémov v budovách v SR a v zahraničí,

- analýza tlakovej odolnosti zápachových uzávierok,
- vplyv odparovania vody zo zápachovej uzávierky na jej tlakovú odolnosť,
- vplyv použitia rôznych typov tvaroviek na hydraulické pomery v odpadovom potrubí
- analýza návrhu kanalizačného systému budovy pomocou BIM modelu,
- porovnanie investičných nákladov rôznych systémových riešení odpadových potrubí vo vysokej budove.

6.8 ODPORÚČANIA PRE ĎALŠÍ VÝSKUM

V rámci experimentálnych meraní by bolo vhodné/zaujímavé vykonať aj:

- overenie iných vzorcov a konštánt pre hydraulické posúdenie odpadových potrubí s priamym vetraním vo vysokých budovách (veľmi vhodné by bolo zistiť, ako započítať jednoduchú odbočku 88,5° s oblúkovou úpravou, keďže priebeh tlaku v odpadovom potrubí je podobnejší jednoduchej odbočke 45° než odbočke 88,5° bez oblúkovej úpravy),
- meranie distribúcie tlaku v pripájacom potrubí pri rôznych počtoch a typoch zariadení predmetov,
- meranie odparovania vody zo zápachovej uzávierky pri rôznych výškach budov (rôzne veľkosti kanalizačných systémov a objemy vodnej pary),
- meranie na odpadovom potrubí s prvkami aktívnej ochrany (do dnešnej doby existuje asi len jedno relevantné experimentálne meranie vykonané na odpadovom potrubí s tlmičmi pretlaku),
- meranie na zalomení odpadového potrubia systémom Supertube v 0 % sklone v reálnych podmienkach so splaškovou vodou (stále sa v dnešnej dobe nájdu ľudia, ktorí sú skeptický voči takémuto zalomeniu odpadového potrubia a experimentálne merania sú vykonávané primárne s čistou vodou, v ktorej je maximálne natrhávaný toaletný papier),
- meranie úniku tepla cez vetracie potrubie odpadového potrubia pri použití klasickej a energetickej vetracej hlavice.

V rámci matematických simulácií by bolo vhodné/zaujímavé vykonať aj:

- nájsť spôsob, ako čo najlepšie simulovať splaškovú odpadovú vodu (v súčasnej dobe existuje niekoľko článkov, ktoré sa touto problematikou zaoberajú, ale nevyvodzujú žiadne konkrétne závery),
- simulovať distribúciu tlaku v pripájacom potrubí pri rôznych počtoch a typoch zariadení predmetov,
- simulovať hydraulické pomery vo vyšších odpadových potrubíach ako boli simulované v dizertačnej práci,
- simulovať hydraulické pomery v odpadových potrubíach pri rôznych typoch zalomení a rôznych výškach odpadových potrubí.

7 ZÁVER

Problematika kanalizačných systémov je v súčasnej dobe stále aktuálna téma vzhľadom na neustále narastajúci počet nadzemných podlaží budov aj v Slovenskej republike. Dizertačná práca sa zaoberá optimalizáciou hydraulických pomerov v kanalizačných systémoch budov s dôrazom na zápachové uzávierky, ktoré tvoria neoddeliteľnú súčasť celého kanalizačného systému. Okrem skúmania hydraulických pomerov v odpadových potrubíach, testovania tlakových odolností zápachových uzávierok, overovania aktuálnosti vybraných výpočtových metód bolo cieľom dizertačnej práce poukázať na to, či je možné zlepšením tlakovej odolnosti zápachovej uzávierky viesť k úsporám na samotnom kanalizačnom systéme.

8 VÝBER POUŽITEJ LITERATÚRY

Knihy a články

- [1] BARTZ, D. FEURICH, M. FISSLER, J. HAAKE, A. FRAHNE, D. GAO, Y. KOCH. M. LAMITSCHKA, H. LEIN, P. RATHEY, A. RATHEY, H. REMMERS, K. RICHTER, H. SAUNUS, CH. SAUSS, D. SCHINSCHKE, R. WAGNER, H. WOLLRAB, O. Sanitär-technik, Band 2. Düsseldorf: Krammer Verlag, 2011. ISBN 978-3-88382-087-3.
- [2] DOBROMYSLOV, A. Rasčet i konstruirovaniye sistem kanalizatsii zdaniy. 1 edition Strojizda, Moscow 1978.
- [3] GORMLEY, M. Public Health Engineering in the context of COVID-19: Assessing Risk and Preparing For the Future. CIB W062 Symposium 2021.
- [4] HONGO, N. OTSUKA, M. KUGA, Y. Experiment on flow capacity for drainage system of stack vent system with vent cap. CIB W062 Symposium 2017, s. 383 – 394.
- [5] VALÁŠEK, J. Vnútna kanalizácia. Komentár k ČSN 73 6760. Dimenzovanie potrubia vnútornej kanalizácie. Vydavateľstvi úradů pro normalizaci a měření, 1986. ISBN 59-313-83.
- [6] VRÁNA, J. Vnitřní kanalizace ve vysokých budovách. [online]. 2004, [cit. 2025-03-21]. Dostupné na internete: <https://voda.tzb-info.cz/vyskove-budovy/2029-vnitri-kanalizace-ve-vysokych-budovach>
- [7] YABE, S. OTSUKA, M. KAWAGUCHI, T. SUGIMOTO, R. An Experimental Investigation of the Influence of Different Offset Piping Methods on the Drainage Performance of a Drainage Stack. CIB W062 Symposium 2015 s. 30 – 55.

Normy

- [8] STN EN 12056 – 2002: Gravitačné kanalizačné systémy vnútri budov.
- [9] STN 73 6760 – 2009: Kanalizácia v budovách.
- [10] ISO 7730 - 2005: Ergonómia tepelného prostredia — Analytické stanovenie a interpretácia tepelnej pohody pomocou výpočtu indexov PMV a PPD a miestnych kritérií tepelnej pohody.
- [11] STN EN 274-2005: Odpadové armatúry pre zdravotnotechnické zariadenia.
- [12] STN EN 476 – 2022: Všeobecné požiadavky na súčasti používané na kanalizačné potrubia a stoky.
- [13] STN EN 1253 – 2015: Vpusty v budovách.

Technické podklady a iné

- [14] Ansys:2009 User Fluent 12.0 guide. Dostupné z: https://www.afs.enea.it/project/neptunius/docs/fluent/html/ug/main_pre.htm
- [15] GEBERIT – technické podklady od výrobcu. [online]. [cit. 2025-03-21]. Dostupné na internete: <https://catalog.geberit.sk/sk-SK/home>
- [16] STUDOR – technické podklady od výrobcu. [online]. [cit. 2025-03-21]. Dostupné na internete: <https://studor.net/en/page/products>

9 ZOZNAM PUBLIKÁCIÍ DOKTORANDA

Štatistika: kategória publikačnej činnosti od 2022

V2	Vedecký výstup publikačnej činnosti ako časť editovanej knihy alebo zborníka	14
V3	Vedecký výstup publikačnej činnosti z časopisu	24
O2	Odborný výstup publikačnej činnosti ako časť knižnej publikácie alebo zborníka	1
O3	Odborný výstup publikačnej činnosti z časopisu	1
Súčet		40+2

V2 Vedecký výstup publikačnej činnosti ako časť editovanej knihy alebo zborníka

V2_01 HRNČÁROVÁ, Lucia - **SOKOL, Martin** - PERÁČKOVÁ, Jana. Spôsoby využitia tepla z kanalizačných systémov. In Komplexná obnova bytových domov 2022. Energetická bezpečnosť pri prevádzke bytových domov : zborník zo XVI. medzinárodnej odbornej konferencie. 14. - 16. november 2022, Podbanské, SR. 1. vyd. Bratislava : Združenie pre podporu obnovy bytových domov, 2022, S. 67-71. ISBN 978-80-973813-4-9. Typ výstupu: príspevok z podujatia; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: AFD

V2_02 PERÁČKOVÁ, Jana - **SOKOL, Martin**. Využívanie zrážkovej a sivej vody v budovách. In Komplexná obnova bytových domov 2021. Zelené a environmentálne akceptovateľné bytové domy [elektronický zdroj] : zborník zo XV. medzinárodnej odbornej konferencie. 18. - 19. november 2021, Podbanské, online. 1. vyd. Bratislava : Združenie pre podporu obnovy bytových domov, 2021, USB kľúč, s. 48-51. ISBN 978-80-973813-3-2.

Kategória publikácie do 2021: AFD

V2_03 **SOKOL, Martin** - PERÁČKOVÁ, Jana. Odpadové potrubia vo vysokých budovách. In Sanhyga 2021 [elektronický zdroj] : zborník prednášok z medzinárodnej vedecko-technickej konferencie. 18. - 19. október 2021, Piešťany. 1. vyd. Bratislava : SSTP, 2021, USB kľúč, s. 121-126. ISBN 978-80-89878-80-2. Kategória publikácie do 2021: AFD

V2_04 **SOKOL, Martin** - PERÁČKOVÁ, Jana. Analysis of technical solutions of stacks in high-rise buildings. In Young Scientist 2021 (YS21) [elektronický zdroj] : proceedings of the 13th International Scientific Conference of Civil and Environmental Engineering for PhD. Students and Young Scientists. 13th-15th October 2021, High Tatras, Slovakia. 1. vyd. Bristol : IOP Publishing, 2021, online, [9] s., art. no. 012006. ISSN 1757-899X. V databáze: DOI: 10.1088/1757-899X/1209/1/012006. Kategória publikácie do 2021: AFD

V2_05 **SOKOL, Martin** - PERÁČKOVÁ, Jana. Simulácia vplyvu použitých tvaroviek na kolísanie tlaku v splaškovom odpadovom potrubí. In Sanhyga 2022 [elektronický zdroj] : zborník prednášok z 26. medzinárodnej vedecko-technickej konferencie. 13. - 14. október 2022, Piešťany. 1. vyd. Bratislava : SSTP, 2022, USB kľúč, s. 161-168. ISBN 978-80-89878-99-4. Typ výstupu: príspevok z podujatia; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: AFD

V2_06 **SOKOL, Martin** - PERÁČKOVÁ, Jana - JÁNOŠKOVÁ, Taťjana. Special systems of foul water stacks in high-rise buildings. In CLIMA 2022 [elektronický zdroj] : proceedings of the 14th REHVA HVAC World Congress, 22-25 May 2022, Rotterdam. 1. vyd. Delft : TU Delft OPEN Publishing, 2022, online, s. 400-405. ISBN 978-94-6366-564-3. V databáze: DOI: 10.34641/mg.33. Typ výstupu: príspevok z podujatia; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: AFC

V2_07 **SOKOL, Martin** - PERÁČKOVÁ, Jana. Simulation of pressure resistance of odor traps. In Indoor Climate of Buildings 2022 [elektronický zdroj] : Healthy Built Environment and Energy Security. Nový Smokovec, Slovakia, 4. - 6. December 2022. 1. vyd. Bratislava : SSTP, 2022, USB kľúč, s. 221-230. ISBN 978-80-8284-004-2. Typ výstupu: príspevok z podujatia; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: AFD

V2_08 **SOKOL, Martin**. Simulácia tlakových pomerov v splaškovom odpadovom potrubí pri použití rôznych typov tvaroviek. In Advances in Architectural, Civil and Environmental Engineering [elektronický zdroj] : 32nd Annual PhD Student Conference on Applied Mathematics, Building Technology, Geodesy and Cartography, Landscaping, Theory and Environmental Technology of Buildings, Theory and Structures of Buildings, Theory and Structures of Civil Engineering Works, Water Resources Engineering. October 26th 2022, Bratislava, Slovakia. 1. vyd. Bratislava : Spektrum STU, 2022, CD-ROM, s. 244-250. ISBN 978-80-227-5251-0. Typ výstupu: príspevok z podujatia; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: AFD

V2_09 **SOKOL, Martin** - PERÁČKOVÁ, Jana. Vhodnosť použitia rôznych typov tvaroviek na splaškovom odpadovom potrubí. In Juniorstav 2023 [elektronický zdroj] : zborník príspevků. 25. mezinárodní doktorská konference stavebního inženýrství. Brno, ČR, 26. 1. 2023 = Juniorstav 2023, proceedings of the 25th International Scientific Conference of Civil Engineering for Ph.D. Students. 1. vyd. Brno : ECON

publishing, 2023, online, s. 79-87. ISBN 978-80-86433-80-6. Typ výstupu: príspevok z podujatia; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: AFC

V2_10 **SOKOL, Martin** - OBSTOVÁ, Alžbeta - PERÁČKOVÁ, Jana. Komparácia systémov odpadových potrubí vo vysokých budovách s využitím sivej vody. In Sanhyga 2023 [elektronický zdroj] : zborník prednášok z 27. medzinárodnej vedecko-technickej konferencie. 28. september 2023, Bratislava. 1. vyd. Bratislava : SSTP, 2023, USB kľúč, s. 69-82. ISBN 978-80-8284-016-5. Typ výstupu: príspevok z podujatia; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: AFD

V2_11 **SOKOL, Martin** - PERÁČKOVÁ, Jana - OBSTOVÁ, Alžbeta. Vhodné riešenia odpadových potrubí pre využívanie sivej vody vo vysokých budovách. In Vnútorná klíma budov 2023 [elektronický zdroj] : zborník prednášok z 34. ročníka vedeckej konferencie na tému "Vplyv klimatických zmien na tvorbu vnútorného prostredia budov". Nový Smokovec, SR, 30. 11. - 1. 12. 2023. 1. vyd. Bratislava : Slovenská spoločnosť pre techniku prostredia, 2023, USB kľúč, s. 177-187. ISBN 978-80-8284-020-2. Typ výstupu: príspevok z podujatia; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: AFD

V2_12 **SOKOL, Martin**. Vhodnosť použitia interiérových vpustov s výškou vodného uzáveru menšou ako 50 mm. In Advances in Architectural, Civil and Environmental Engineering (AACEE 2023) [elektronický zdroj] : 33rd Annual PhD Student Conference on Applied Mathematics, Building Technology, Geodesy and Cartography, Landscaping, Theory and Environmental Technology of Buildings, Theory and Structures of Buildings, Theory and Structures of Civil Engineering Works, Water Resources Engineering. October 25th 2023, Bratislava, Slovakia. 1. vyd. Bratislava : Spektrum STU, 2023, CD-ROM, s. 189-196. ISBN 978-80-227-5378-4. Typ výstupu: príspevok z podujatia; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: AFD

V2_13 **SOKOL, Martin** - PERÁČKOVÁ, Jana. Experimentálne meranie poklesu vody v zápchovej uzávierke so zreteľom na kvalitu vnútorného prostredia v budove. In Vnútorná klíma budov 2024 : zborník prednášok z 35. ročníka vedeckej konferencie na tému "Dekarbonizácia a energetická náročnosť budov". Nový Smokovec, SR, 2. - 3. december 2024. 1. vyd. Bratislava : Slovenská spoločnosť pre techniku prostredia, 2024, s. 131-140. ISBN 978-80-8284-035-6. Typ výstupu: príspevok z podujatia; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: AFD

V2_14 **SOKOL, Martin**. Experimentálne meranie odparovania vody z vodného uzáveru zápchovej uzávierky s využitím 3D tlač. In Advances in Architectural, Civil and Environmental Engineering (AACEE 2024) : 34th Annual PhD Student Conference on Applied Mathematics, Building Technology, Geodesy and Cartography, Landscaping, Theory and Environmental Technology of Buildings, Theory and Structures of Buildings, Theory and Structures of Civil Engineering Works, Water Resources Engineering. October 23rd 2024, Bratislava, Slovakia. 1. vyd. Bratislava : Spektrum STU, 2024, online, s. 153-160. ISBN 978-80-227-5461-3. Typ výstupu: príspevok z podujatia; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: AFD

V3 Vedecký výstup publikačnej činnosti z časopisu

V3_01 HRNČÁROVÁ, Lucia - **SOKOL, Martin** - PERÁČKOVÁ, Jana. Rekuperácia odpadového tepla z kanalizácie mimo budov a v budovách. In Správa budov. Roč. 17, č. 1 (2023), s. 24-26. ISSN 1337-6233. Typ výstupu: článok; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: ADF

V3_02 KALÚS, Daniel - JANÍK, Peter - KOUDELKOVÁ, Daniela - MUČKOVÁ, Veronika - **SOKOL, Martin**. Contribution to research on ground heat storages as part of building energy systems using RES. In Energy and buildings. No. 267 (2022), [44] s., art. no. 112125. ISSN 0378-7788 (2022: 6.7 - IF, Q1 - JCR Best Q, 1.608 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85130967925 ; CC: 000800408200002 ; DOI: 10.1016/j.enbuild.2022.112125. Typ výstupu: článok; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: ADC

V3_03 KALÚS, Daniel - KOUDELKOVÁ, Daniela - MUČKOVÁ, Veronika - **SOKOL, Martin** - KURČOVÁ, Mária [Kurčová, Mária]. Contribution to the Research and Development of Innovative Building Components with Embedded Energy-Active Elements. In Coatings. Vol. 12, iss. 7 (2022), online, [29] s., art. no. 1021. ISSN 2079-6412 (2022: 3.4 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.513 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: CC:

000834473000001 ; SCOPUS: 2-s2.0-85137307364 ; DOI: 10.3390/coatings12071021. Typ výstupu: článok; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: ADC

V3_04 KALÚS, Daniel - KOUDELKOVÁ, Daniela - MUČKOVÁ, Veronika - **SOKOL, Martin** - KURČOVÁ, Mária [Kurčová, Mária] - JANÍK, Peter. Practical Experience in the Application of Energy Roofs, Ground Heat Storages, and Active Thermal Protection on Experimental Buildings. In *Applied Sciences*. Vol. 12, iss. 18 (2022), online, [30] s., art. no. 9313. ISSN 2076-3417 (2022: 2.7 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.492 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: CC: 000856239900001 ; SCOPUS: 2-s2.0-85138618814 ; DOI: 10.3390/app12189313. Typ výstupu: článok; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: ADC

V3_05 KALÚS, Daniel - KOUDELKOVÁ, Daniela - MUČKOVÁ, Veronika - **SOKOL, Martin** - KURČOVÁ, Mária [Kurčová, Mária]. Experience in Researching and Designing an Innovative Way of Operating Combined Building–Energy Systems Using Renewable Energy Sources. In *Applied Sciences*. Vol. 12, iss. 20 (2022), online, [22] s., art. no. 10214. ISSN 2076-3417 (2022: 2.7 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.492 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85140654638 ; CC: 000875922900001 ; DOI: 10.3390/app122010214. Typ výstupu: článok; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: ADC

V3_06 KALÚS, Daniel - KOUDELKOVÁ, Daniela - MUČKOVÁ, Veronika - KURČOVÁ, Mária [Kurčová, Mária] - **SOKOL, Martin**. Design, Project, and Realization of a Prototype of an Energy-efficient Prefabricated House IDA I. using Renewable Energy Sources. In *Periodica Polytechnica Civil Engineering*. Vol. 67, no. 1 (2023), online, s. 232-248. ISSN 0553-6626 (2023). V databáze: WOS: 000891165200001 ; SCOPUS: 2-s2.0-85146367113 ; DOI: 10.3311/PPci.20886. Typ výstupu: článok; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: ADM

V3_07 KALÚS, Daniel - KOUDELKOVÁ, Daniela - MUČKOVÁ, Veronika - **SOKOL, Martin** - KURČOVÁ, Mária [Kurčová, Mária] - ŠŤASTNÝ, Patrik. Parametric study of the energy potential of a building's envelope with integrated energy-active elements. In *Acta Polytechnica [elektronický zdroj]*. Vol. 62, no. 6 (2022), online, s. 595-606. ISSN 1805-2363 (2022: 0.8 - IF, 0.218 - SJR, Q3 - SJR Best Q). V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85147922548 ; WOS: 000961324000003 ; DOI: 10.14311/AP.2022.62.0595. Typ výstupu: článok; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: ADM

V3_08 KALÚS, Daniel - MUČKOVÁ, Veronika - KOUDELKOVÁ, Daniela - KURČOVÁ, Mária [Kurčová, Mária] - STRAKOVÁ, Zuzana - **SOKOL, Martin** - INGELI, Rastislav - ŠŤASTNÝ, Patrik - JANÍK, Peter. Contribution to Active Thermal Protection Research - Part 2 : Verification by Experimental Measurement. In *Energies*. Vol. 16, iss. 12 (2023), online, [33] s., art. no. 4595. ISSN 1996-1073 (2023: 3.0 - IF, Q3 - JCR Best Q, 0.651 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.3390/en16124595 ; SCOPUS: 2-s2.0-85163859338 ; CC: 001016987400001. Typ výstupu: článok; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: ADC

V3_09 MUČKOVÁ, Veronika - KALÚS, Daniel - KOUDELKOVÁ, Daniela - KURČOVÁ, Mária [Kurčová, Mária] - STRAKOVÁ, Zuzana - **SOKOL, Martin** - INGELI, Rastislav - ŠŤASTNÝ, Patrik. Analysis of the Dynamic Thermal Barrier in Building Envelopes. In *Coatings*. Vol. 13, iss. 3 (2023), online, [42] s., art. no. 648. ISSN 2079-6412 (2023: 2.9 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.493 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85152359932 ; DOI: 10.3390/coatings13030648 ; CC: 000967894100001. Typ výstupu: článok; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: ADC

V3_10 MUČKOVÁ, Veronika - KALÚS, Daniel - KOUDELKOVÁ, Daniela - KURČOVÁ, Mária [Kurčová, Mária] - STRAKOVÁ, Zuzana - **SOKOL, Martin** - INGELI, Rastislav - ŠŤASTNÝ, Patrik - JANÍK, Peter. Contribution to Active Thermal Protection Research - Part 1 : Analysis of Energy Functions by Parametric Study. In *Energies*. Vol. 16, iss. 11 (2023), online, [43] s., art. no. 4391. ISSN 1996-1073 (2023: 3.0 - IF, Q3 - JCR Best Q, 0.651 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.3390/en16114391 ; CC: 001005645300001 ; SCOPUS: 2-s2.0-85161503034. Typ výstupu: článok; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: ADC

- V3_11 **SOKOL, Martin** - PERÁČKOVÁ, Jana. Technické riešenia odpadových potrubí vo vysokých budovách. In TSB Haustechnik. Roč. 29, č. 4 (2021), s. 52-54. ISSN 1210-356X.
Kategória publikácie do 2021: ADF
- V3_12 **SOKOL, Martin** - PERÁČKOVÁ, Jana. Hydraulické pomery v odpadových potrubíach vo vysokých budovách. In TSB Haustechnik. Roč. 30, č. 1 (2022), s. 44-46. ISSN 1210-356X. Typ výstupu: článok; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: ADF
- V3_13 **SOKOL, Martin** - PERÁČKOVÁ, Jana. Tlakové pomery v odpadových potrubíach splaškovej kanalizácie. In Správa budov. Roč. 16, č. 1 (2022), s. 38-40. ISSN 1337-6233.
Typ výstupu: článok; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: ADF
- V3_14 **SOKOL, Martin** - PERÁČKOVÁ, Jana. The pressure resistance of odor traps for sanitary appliances and their impact on the hygiene of an indoor environment. In Slovak Journal of Civil Engineering. Vol. 30, no. 4 (2022), online, s. 31-38. ISSN 1338-3973 (2022: 0.4 - IF). V databáze: DOI: 10.2478/sjce-2022-0026 ; WOS: 000910814200005.
Typ výstupu: článok; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: ADN
- V3_15 **SOKOL, Martin** - PERÁČKOVÁ, Jana. Study of the Pressure Resistance of Odour Traps. In REHVA European HVAC Journal. Vol. 60, iss. 1 (2023), s. 45-49. ISSN 1307-3729.
Typ výstupu: článok; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: ADE
- V3_16 **SOKOL, Martin** - PERÁČKOVÁ, Jana. Vplyv kanalizačných tvaroviek na prietok v odpadovom potrubí. In TSB Haustechnik. Roč. 31, č. 1 (2023), s. 56-59. ISSN 1210-356X. Typ výstupu: článok; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: ADF
- V3_17 **SOKOL, Martin** - PERÁČKOVÁ, Jana. Simulácia tlakovej odolnosti zápachovej uzávierky a posúdenie vplyvu odparovania na jej tlakovú odolnosť. In Vytápění, větrání, instalace. Roč. 32, č. 2 (2023), s. 82-88. ISSN 1210-1389 (2022: 0.131 - SJR, Q4 - SJR Best Q). V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85153874985.
Typ výstupu: článok; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: ADM
- V3_18 **SOKOL, Martin** - PERÁČKOVÁ, Jana. Hydraulic conditions in foul water stacks. In Periodica Polytechnica Mechanical Engineering. Vol. 67, no. 2 (2023), s. 94-102. ISSN 0324-6051 (2023: 1.3 - IF, Q3 - JCR Best Q, 0.331 - SJR, Q3 - SJR Best Q). V databáze: WOS: 000948451500001 ; SCOPUS: 2-s2.0-85157994317 ; DOI: 10.3311/PPme.19904.
Typ výstupu: článok; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: ADM
- V3_19 **SOKOL, Martin** - PERÁČKOVÁ, Jana. Experimentálne meranie tlakovej odolnosti interiérových podlahových vpustov s nízkou stavebnou výškou. In TSB Haustechnik. Roč. 31, č. 5 (2023), s. 54-57. ISSN 1210-356X. Typ výstupu: článok; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: ADF
- V3_20 **SOKOL, Martin** - PERÁČKOVÁ, Jana. Vpusty s nízkou stavebnou výškou ako koncový prvok kanalizačného systému budovy. In Plynár - vodár - kúrenár + klimatizácia. Roč. 21, č. 6 (2023), s. 16-20. ISSN 1335-9614. Typ výstupu: článok; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: ADF
- V3_21 **SOKOL, Martin** - PERÁČKOVÁ, Jana. Použitie kanalizačných tvaroviek a ich vplyv na hydraulické pomery v odpadovom potrubí. In Správa budov. Roč. 18, č. 1 (2024), s. 42-45. ISSN 1337-6233.
Typ výstupu: článok; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: ADF
- V3_22 **SOKOL, Martin** - OBSTOVÁ, Alžbeta - PERÁČKOVÁ, Jana. Systémy delenej kanalizácie vo vysokých budovách. In Plynár - vodár - kúrenár + klimatizácia. Roč. 22, č. 2 (2024), s. 10-14. ISSN 1335-9614. Typ výstupu: článok; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: ADF

V3_23 **SOKOL, Martin** - PERÁČKOVÁ, Jana. Experimentálne meranie odparovania vody zo zápachových uzáverok. In TZB Haustechnik. Roč. 32, č. 2 (2024), s. 58-61. ISSN 1210-356X. Typ výstupu: článok; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: ADF

V3_24 **SOKOL, Martin** - PERÁČKOVÁ, Jana. Experimentálne meranie tlakovej odolnosti zápachovej uzávierky so zohľadnením odparovania. In Vytápění, větrání, instalace. Roč. 33, č. 5 (2024), s. 228-233. ISSN 1210-1389 ((2022: 0.131 - SJR, Q4 - SJR Best Q)). V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85212121262. Typ výstupu: článok; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: ADM

O2 Odborný výstup publikačnej činnosti ako časť knižnej publikácie alebo zborníka

O2_01 **SOKOL, Martin** - PERÁČKOVÁ, Jana. Návrh kanalizačného systému budovy pomocou BIM modelu. In Sanhyga 2024 : zborník prednášok z 28. medzinárodnej vedecko-technickej konferencie zdravotnej techniky. 27. september 2024, Bratislava. 1. vyd. Bratislava : SSTP, 2024, USB kľúč, s. 87-94. ISBN 978-80-8284-032-5. Typ výstupu: príspevok z podujatia; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: BEF

O3 Odborný výstup publikačnej činnosti z časopisu

O3_01 **SOKOL, Martin** - PERÁČKOVÁ, Jana. Možnosti využitia úžitkovej vody v budovách. In Správa budov. Roč. 16, č. 3 (2022), s. 44-46. ISSN 1337-6233. Typ výstupu: článok; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: BDF