



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra technických zařízení budov

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Modelování rozvodů zdravotní techniky ve 3D

3D modeling of water installations and drainage systems

Bc. Martin Adolf

Studijní program: Budovy a prostředí

Studijní obor: Budovy a prostředí

Vedoucí diplomové práce: Ing. Stanislav Frolík, Ph.D.

Praha, 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Modelování rozvodů zdravotní techniky ve 3D zpracoval samostatně za použití uvedené literatury a pramenů.

Dále prohlašuji, že nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 30. 12. 2020

.....
Jméno, Příjmení

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Adolf</u>	Jméno: <u>Martin</u>	Osobní číslo: <u>458794</u>
Zadávací katedra: <u>Katedra technických zařízení budov</u>		
Studijní program: <u>Budovy a prostředí</u>		
Studijní obor: <u>Budovy a prostředí</u>		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Modelování rozvodů zdravotní techniky ve 3D</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>3D modeling of water installations and drainage systems</u>	
Pokyny pro vypracování: Teoretická část: Porovnání 2D a 3D projektování z hlediska vstupů a výstupů. Přehled dostupných nástrojů pro projektování ve 3D.	
Praktická část: Projektová dokumentace ZTI zpracovaná ve 2D a 3D, aplikace některých prvků z teoretické části. Obsah projektové dokumentace - půdorysy rozvodů ZTI všech pater ve 2D <ul style="list-style-type: none">- izometrie nebo řezy potrubí ve 2D- vizualizace rozvodů ve 3D- hydraulické výpočty dimenzí jednotlivých rozvodů- návrh přípravy teplé vody	
Seznam doporučené literatury: [1] ČSN 75 6760. Vnitřní kanalizace. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014, 52 s. Třídící znak 756760 [2] ČSN 75 5409. Vnitřní kanalizace. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013, 44 s. Třídící znak 755409 [3] Uživatel'ská příručka DDS-CAD 15. WebHelp. 403 Forbidden [online]. Dostupné z: https://docs.dds-cad.net/14/int/manual/Default.htm#CSHID=undefined	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>Ing. Stanislav Frolík, Ph.D.</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>29.9.2020</u>	Termín odevzdání diplomové práce: <u>3.1.2021</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.</i>	
<u>30.9.2020</u>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

Poděkování

Děkuji Ing. Stanislavu Frolíkovi, Ph.D. za jeho odborné vedení a užitečné rady při zpracování této diplomové práce. Dále děkuji kolegovi Bc. Tomáši Tuháčkovi za poskytnutí obrázků z jeho diplomové práce, ve které řeší reálnou 3D projektovou dokumentaci vzduchotechniky.

Abstrakt

Obsahem teoretické části této diplomové práce je popsání 2D a návrh 3D projektové dokumentace zdravotní techniky a porovnání jejich výhod a nevýhod. V závěru je celkové shrnutí práce a osobní názor na 3D projektovou dokumentaci.

V praktické části práce je na základě poznatků z teoretické části vypracována 3D projektová dokumentace. Obsah je zpracován jako vzor, jak by měla výkresová dokumentace vypadat.

Klíčová slova

2D projektová dokumentace, 3D projektová dokumentace, BIM modelování zdravotní techniky, vodovod, kanalizace

Abstract

The content of the theoretical part of this diploma thesis is a description of 2D and a design of 3D project documentation of water installations and drainage systems and a comparison of their advantages and disadvantages. At the end there is a general summary of the thesis and my personal opinion on the 3D project documentation.

Based on the knowledge from the theoretical part, in the practical part of diploma thesis the 3D project documentation is developed. The content is processed as a model of what the project documentation should look like.

Key words

2D project documentation, 3D project documentation, BIM modeling of water installations and drainage systems, water supply, sewerage

Obsah

1. Úvod.....	9
1.1. Cíle práce	9
1.2. Motivace.....	9
1.3. Zadání.....	9
2. Obsah 2D projektové dokumentace	10
2.1. Vstupy pro zahájení projekce.....	10
2.1.1. Vstupy od projektantů.....	10
2.1.2. Vstupy od investora projektu	10
2.2. Výkresy půdorysů	11
2.2.1. Zobrazení tras.....	11
2.2.2. Svislé stoupací potrubí	12
2.2.3. Popisky.....	13
2.3. Rozvinuté a podélné řezy	15
2.3.1. Zobrazení tras a délek	15
2.3.2. Výška a sklon potrubí	16
2.3.3. Popisky.....	16
2.4. Izometrie	17
2.4.1. Zobrazení tras.....	17
2.4.2. Popisky.....	19
2.5. Výpočty	19
2.6. Výkaz výměr a rozpočet	21
2.7. Shrnutí obsahu 2D projektové dokumentace	22
3. Obsah 3D projektové dokumentace	22
3.1. Vstupy pro zahájení projekce.....	22
3.1.1. Vstupy od projektantů.....	22
3.1.2. Vstupy od investora projektu	23

3.2. Výkresy 2D půdorysů a vedení tras	23
3.2.1. Zobrazení tras.....	24
3.2.2. Svislé stoupací potrubí	24
3.2.3. Popisky.....	25
3.3. Zobrazení částí 3D modelu	26
3.3.1. Zobrazení tras 3D modelu.....	26
3.3.2. Popisky.....	27
3.4. Izometrie/3D model	28
3.4.1. 3D vizualizace.....	28
3.4.2. Prohlížení souborů	29
3.4.3. Popis 3D modelu.....	29
3.5. Výpočty.....	29
3.6. Výkaz výměr	30
3.7. Shrnutí obsahu 3D projektové dokumentace	32
4. Srovnání 2D a 3D projektové dokumentace	33
4.1. Čitelnost zobrazení tras	33
4.2. Zobrazení detailů.....	33
4.3. Tvorba výkazu výměr	34
4.4. Obsah výkresové části PD.....	34
4.4.1. 2D projektová dokumentace	34
4.4.2. 3D projektová dokumentace	35
5. Závěrečné shrnutí.....	35
6. Seznam příloh	38
7. Seznam použité literatury	38
7.1. Normy	38
7.2. Obrázky.....	38
8. Seznam obrázků.....	39

1. Úvod

1.1. Cíle práce

Cílem práce bylo porovnat 2D a 3D dokumentaci zdravotní techniky z hlediska lepší orientace na výkresech při realizaci. V práci je popsán obsah 2D projektové dokumentace stavby zdravotní techniky, který je dnes běžně projektován. Výsledné porovnání by mělo obsahovat výhody a nevýhody uvedených druhů dokumentace a taktéž použitelný návrh obsahu 3D projektové dokumentace zdravotní techniky.

1.2. Motivace

Motivací pro tuto práci bylo vytvoření obsahu 3D projektové dokumentace, která zlepšuje orientaci na výkresech při realizaci. Dnes je již velmi rozšířené modelování všech stavebních profesí ve 3D, včetně profesí TZB. Ve 3D jsou výhody lepšího zobrazení prvků a jejich napojení (v tomto případě potrubí zdravotní techniky). Pro představivost je dle mého názoru lepší 3D model, kde jsou zobrazeny případně složité rozvody, které se nedají ve 2D dobře zachytit. Proto jsem tedy zvolil toto téma a zpracuji návrh na obsah 3D projektové dokumentace pro zdravotní techniku.

1.3. Zadání

Zadáním teoretické části práce bylo porovnání 2D a 3D projektování a projektové dokumentace pro zdravotní techniku z pohledu vstupů pro oba typy projektování a primárně z pohledů výstupů ze 3D modelování. Bylo potřebné vypsát obsah 2D a 3D projektové dokumentace včetně popisu obsahu jednotlivých výkresů. Výsledkem této práce má být porovnání výhod a nevýhod 2D a 3D projektování a projektové dokumentace včetně navržení odpovídajícího obsahu 3D projektové dokumentace pro zdravotní techniku tak, aby byl co nejvíce přehledný, obsahoval potřebné informace, zlepšil orientaci na výkresech a co nejlépe vyjádřil složitější části vedení potrubí.

Zadáním praktické části bylo vytvořit odpovídající 3D projektovou dokumentaci zdravotní techniky dle obsahu v teoretické části tak, aby odpovídala navrženým požadavkům. Obsahem projektové dokumentace by měl být taktéž hydraulický výpočet rozvodů vody a kanalizace a také návrh ohřevu teplé vody.

2. Obsah 2D projektové dokumentace

2.1. Vstupy pro zahájení projekce

2.1.1. Vstupy od projektantů

Pro zahájení projekce zdravotnické části jsou nejvíce potřeba podklady v podobě stavebních půdorysů jednotlivých pater a řezů objektem. V půdorysech by měly být již umístěné zařizovací předměty a k nim od projektanta stavební části připraveny předstěny. Toto je však dle mého názoru na domluvě obou projektantů. A to například i u rozmístění zařizovacích předmětů, které se při projekci zdravotnické části může změnit. Důvodem je například kratší nebo jednodušší vedení rozvodů vody a kanalizace.

Již při tvorbě dispozice je vhodné se zaměřit na rozmístění instalačních šachet, kterými jsou následně vedeny rozvody vody, kanalizace a všech ostatních potřebných profesí v objektu. Je nutné dbát na jejich návaznost přes všechna podlaží. V dnešní době se v posledních patrech bytových domů navrhují luxusnější byty, které mají zpravidla jinou dispozici oproti bytům v nižších patrech. V tomto případě je obzvlášť nutné dbát na návaznost instalačních šachet. Pokud nenavazují, je dispozici nutné probrat s projektantem. Je také nutné zaměřit se na koordinaci mezi jednotlivými profesemi TZB. Při 2D projekci je potřeba vytvořit generel, kde jsou umístěny veškeré rozvody, které se budou v objektu nacházet. Poté je potřeba výkres projít a vyřešit případné kolize rozvodů. Toto musí provést hlavní projektant sám, programy pro 2D projektování toto neřeší.

Výkresy od projektanta stavební části mohou být ve formátu PDF, které je možné v programech pracujících s čarami rozložit na jednotlivé prvky. Kvalita rozložených výkresů je však v některých případech nízká. Pro zpracování ve 2D je dle mého názoru nejlepší poskytnout projektantovi zdravotnické části výkresy ve formátu DWG, kde jsou rozměry a prvky přesné.

2.1.2. Vstupy od investora projektu

Od investora je důležitým podkladem využití projektovaného objektu, zda bude určen pro bydlení, nebo ne a jeho další případná specifikace. Od této informace se pak dále odvíjí projekce zdravotnické části. Na základě výše uvedených specifikací objektu je možné navrhnout spotřebu vody a také objem splaškové vody, která bude

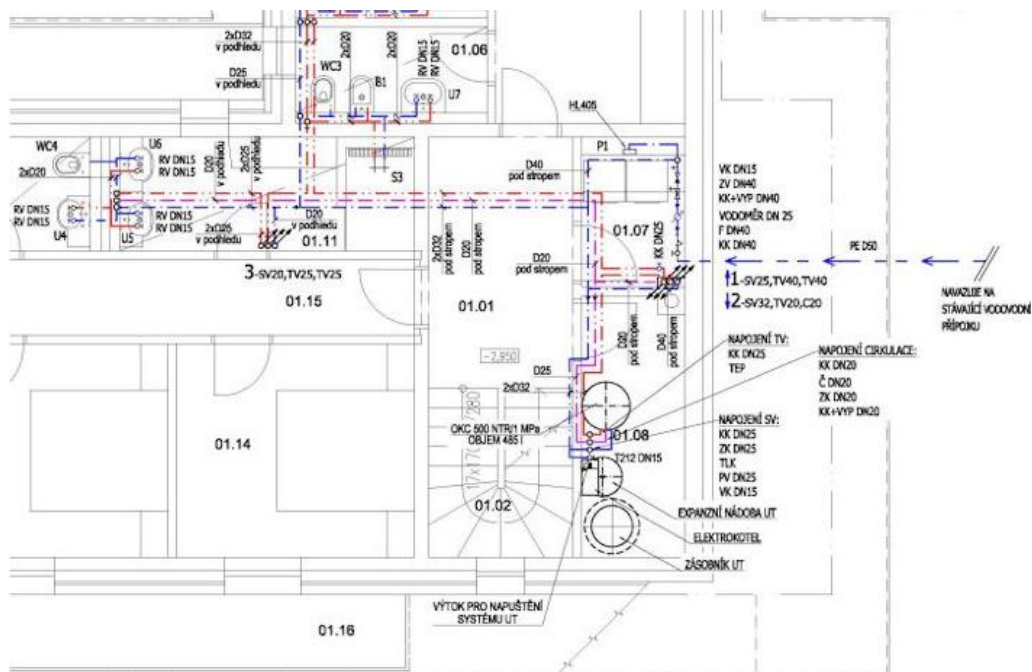
odvedena kanalizačním potrubím. Dle počtu lidí v objektu bude navržena spotřeba teplé vody včetně druhu ohřevu vody.

Dále je pro profesi zdravotní techniky nutné probrat s investorem také možnost využití šedé odpadní vody pro splachování WC. Její zahrnutí do projektu vyžaduje rozdělení odpadní kanalizace. Využití šedé vody je v dnešní době již značně rozvinuto. Pro její projekci je však nutné provést analýzu, zda je použití výhodné, nebo naopak. Tato analýza není v této práci řešena.

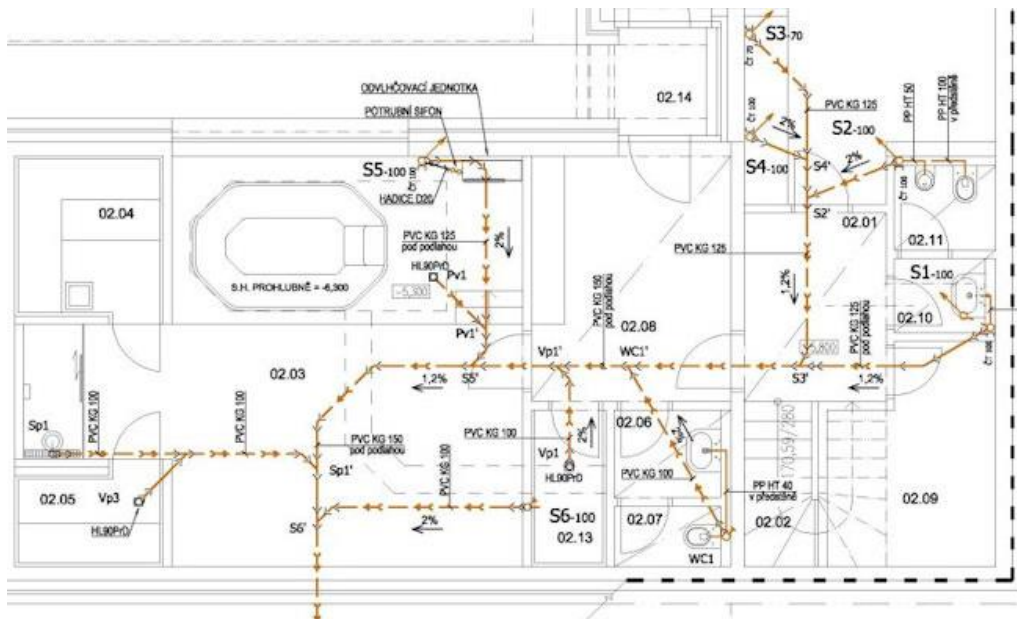
2.2. Výkresy půdorysů

2.2.1. Zobrazení tras

V půdorysech zdravotnické techniky každého z podlaží je zobrazeno vedení jednotlivých rozvodů vody a kanalizace, které je pro přehlednost rozděleno na vlastní výkresy. Toto vedení znázorňuje, v jakých stěnách či předstěnách bude potrubí vedeno, případně zda bude vedeno pod stropem. Popsány jsou také jednotlivé zařizovací předměty, aby bylo jasné, o které se jedná. Vidíme zde i stranové napojení teplé a studené vody v případě umyvadel, sprch a dřezů, případně výlevků.



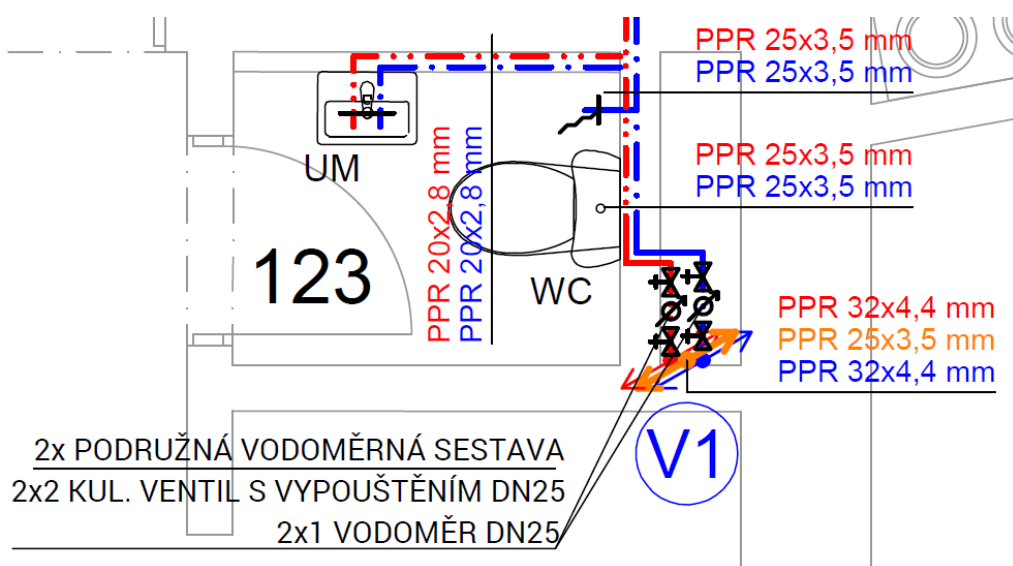
Obrázek 1 - Půdorys vodovodu



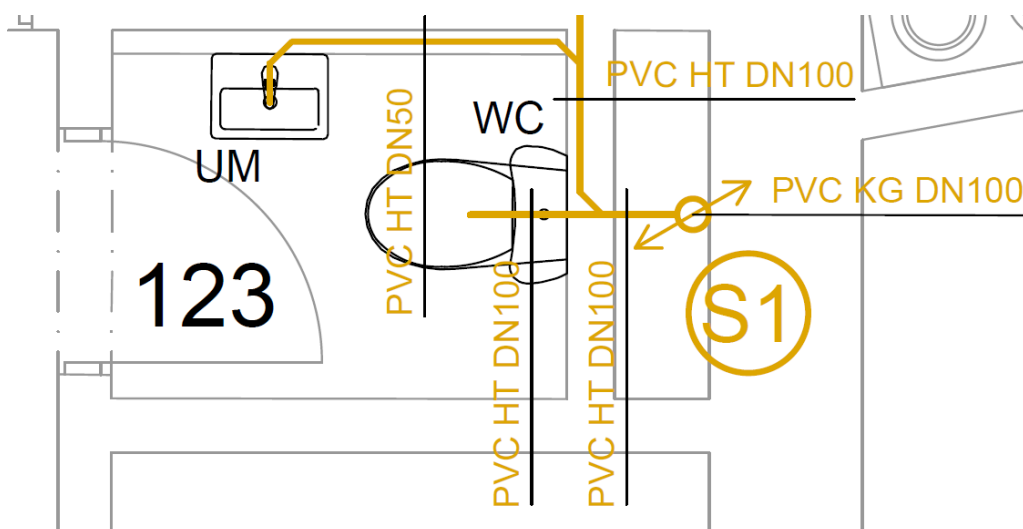
Obrázek 2 - Půdorys kanalizace

2.2.2. Svislé stoupací potrubí

Na každém výkresu půdorysu je zakresleno svislé stoupací potrubí. Znázorněno je kruhem a šipkami směřujícími z jeho středu, ukazujícími, zda svislé potrubí pokračuje do podlaží nad, nebo pod to aktuální. Tato svislá stoupací potrubí jsou ve většině případů umístěna do instalačních šachet, které procházejí přes všechna podlaží až nad střešní rovinu. Zde je důležitá spolupráce s ostatními profesemi TZB, aby se všechny navrhované rozvody do instalačních šachet vešly. Výjimkou jsou například rodinné domy nebo výrobní objekty, kde je zřízení instalačních šachet zbytečné.



Obrázek 3 - Zakreslení popisků potrubí - vodovod



Obrázek 4 - Zakreslení popisků potrubí - kanalizace

2.2.3. Popisky

V půdorysech jsou také umístěny popisky. Tyto popisky mohou být taktéž generovány samotným projekčním programem. Popsány jsou dimenze jednotlivých vedení a armatur. To jsou například kulové ventily či prvky, ze kterých se skládá vodoměrná sestava. Označeny jsou i jednotlivé zařizovací předměty, aby bylo jasné, o které se jedná. Většinou jsou vedeny v drážkách ve stěnách či předstěnách. Pokud ne, umísťuje se popisek, který uvádí umístění potrubí.





Popsána jsou též svislá stoupací potrubí. Svislé vodovodní potrubí je označeno jako Vx, kde za x je uvedeno číslo svislého potrubí. Kanalizační stoupací potrubí jsou označena podobně, a to Sx, kde x taktéž označuje číslo svislého potrubí. Dalšími popiskami je uvedena dimenze daných svislých potrubí.

Na výkresech půdorysů je vždy umístěna tabulka místností, aby bylo jasné, jak bude daná místnost využívána. Dále je zde legenda čar a legenda zřizovacích předmětů. Obě tyto legendy slouží pro správnou orientaci na výkrese.

TABULKA MÍSTNOSTÍ

Č. M.	NÁZEV	PLOCHA m ²
101	PODATELNA	16,60
102	WC ŽENY + INVALIDÉ	3,92
103	KUCHYŇKA + SKLAD	3,93
104	WC ZAMĚSTNANCI OÚ + PŘEDSÍŇ	3,13
105	SKLAD	3,56
106	WC MUŽI + PŘEDSÍŇ	3,41
107	CHODBA	12,50
108	CHODBA, SCHODIŠŤOVÝ PROSTOR	9,40
109	PŘEDSÍŇ PRO WC + VÝLEVKA	3,37
110	WC KLUBOVNA + PLYNOVÝ KOTEL	2,75
111	CHODBA	2,42
112	GARÁŽ	38,90
113	KLUBOVNA	21,90
CELKOVÁ PLOCHA		127,60 m ²

LEGENDA ČAR

	ROZVOD TEPLÉ VODY
	ROZVOD STUDENÉ VODY
	ROZVOD SPLAŠKOVÉ KANALIZACE V 1.NP
	STÁVAJÍCÍ ROZVOD SPLAŠKOVÉ KANALIZACE V ZÁKLADECH

LEGENDA ZAŘIZOVACÍCH PŘEDMĚTŮ

U	UMYVADLO
UM	UMÝVÁTKO
DŘ	KUCHYŇSKÝ DŘEZ
WC	ZÁCHOD

Obrázek 5 - Popisky na pravé straně výkresů

Další věcí, kterou výkresy půdorysů obsahují, jsou poznámky, které obsahují klíčové informace. Pokud by se napsaly pouze do technické zprávy, mohlo by se na ně zapomenout. Poznámky jsou na výkrese také z praktického důvodu, aby realizační pracovník nemusel každou nejasnost hledat a pročítat technickou zprávu.

POZNÁMKY

!!! V PŘÍPADĚ NESROVNALOSTÍ PROJEKTU A REALITY BUDE NÁVRH ZMĚNY VEDENÍ ROZVODŮ KONZULTOVÁN S PROJEKTANTEM TĚTO ČÁSTI PŘED ZAHÁJENÍM DALŠÍCH PRACÍ !!!

- STÁVAJÍCÍ VODOMĚRNÁ SESTAVA JE UMÍSTĚNA NA STĚNĚ V MÍSTNOSTI č. 1.03
- STÁVAJÍCÍ ROZVODY VODY BUDOU ODSTRANĚNY A NAHRAZENY ROZVODY NOVÝMI
- ROZVODY VODY JSOU VEDENY V SÁDROKARTONOVÝCH PŘÍČKÁCH, PŘÍPADNĚ VE DRÁŽKÁCH VE ZDIVU
- DRÁŽKY BUDOU POUZE TAK HLUBOKÉ, JAK BUDE NUTNÉ, ABY BYLY ZACHOVÁNY KONSTRUKČNÍ VLASTNOSTI STĚNY
- VEŠKERÉ ROZVODY VODY MUSÍ BÝT VE SKLONU MINIMÁLNĚ 4% SMĚREM K VYPOUŠTĚCÍM ARMATURÁM
- NAPOJENÍ VŠECH ZAŘIZOVACÍCH PŘEDMĚTŮ NA VODOVODNÍ ROZVODY BUDE V DIMENZI DN20
- OHŘEV TEPLÉ VODY JE ZAJIŠTĚN V ZÁSOBNÍKU TEPLÉ VODY
- OHŘEV ZÁSOBNÍKU JE ZAJIŠTĚN POMOCÍ PLYNOVÉHO KOTLE A PŘÍPADNĚ ELEKTRICKOU TOPNOU SPIRÁLOU
- SKLON PŘIPOJOVACÍHO KANALIZAČNÍHO POTRUBÍ NESMÍ KLESNOUT POD 3 % !
- ROZVODY KANALIZACE JSOU VEDENY V SÁDROKARTONOVÝCH PŘÍČKÁCH, PŘÍPADNĚ VE DRÁŽKÁCH VE ZDIVU
- DRÁŽKY BUDOU POUZE TAK HLUBOKÉ, JAK BUDE NUTNÉ, ABY BYLY ZACHOVÁNY KONSTRUKČNÍ VLASTNOSTI STĚNY
- PRO VNITŘNÍ KANALIZAČNÍ ROZVODY JE POUŽITO POTRUBÍ "HT" V DIMENZÍCH DLE TOHOTO VÝKRESU
- Z MÍSTNOSTÍ 102, 103 A 104 BUDOU ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY SVEDENY A NAPOJENY DO STÁVAJÍCÍHO SVISLÉHO ROZVODU KANALIZACE

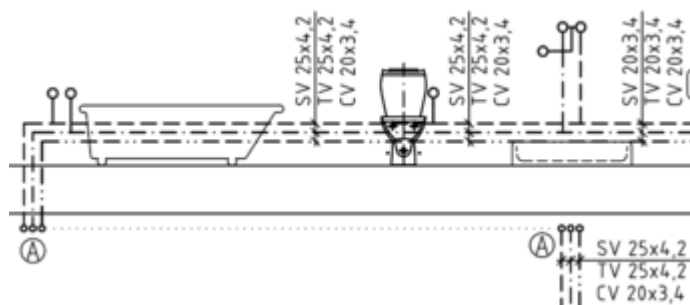
Obrázek 6 - Poznámky uvedené na každém výkresu

2.3. Rozvinuté a podélné řezy

2.3.1. Zobrazení tras a délek

Rozvinuté a podélné řezy jsou dobré pro zobrazení výškového profilu trasy a její délky, protože jsou tvořeny postupným zakreslováním podle půdorysů. Do řezů jsou zakresleny všechny zařizovací předměty napojené na stejné svislé stoupačí potrubí. Jsou zde zakresleny jednotlivé armatury, vodovodní (kulové ventily, vodoměrné sestavy) i kanalizační (zpětné klapky, čistící tvarovky). Výkresy řezů jsou vždy v úzké spolupráci s půdorysy, protože bez nich by se v řezech špatně orientovalo.

Pokud se přípojovací potrubí rozvětjuje, je toto odbočení označeno kroužkem a písmenem. Pokračování odboček je pak narýsováno na stejném patře mimo hlavní větev potrubí. Napojení odbočky kreslené mimo hlavní větev může být provedeno schématicky tečkovanou tenkou čarou.



Obrázek 7 - Zakreslení odbočky pomocí tečkované čáry

2.3.2. Výška a sklon potrubí

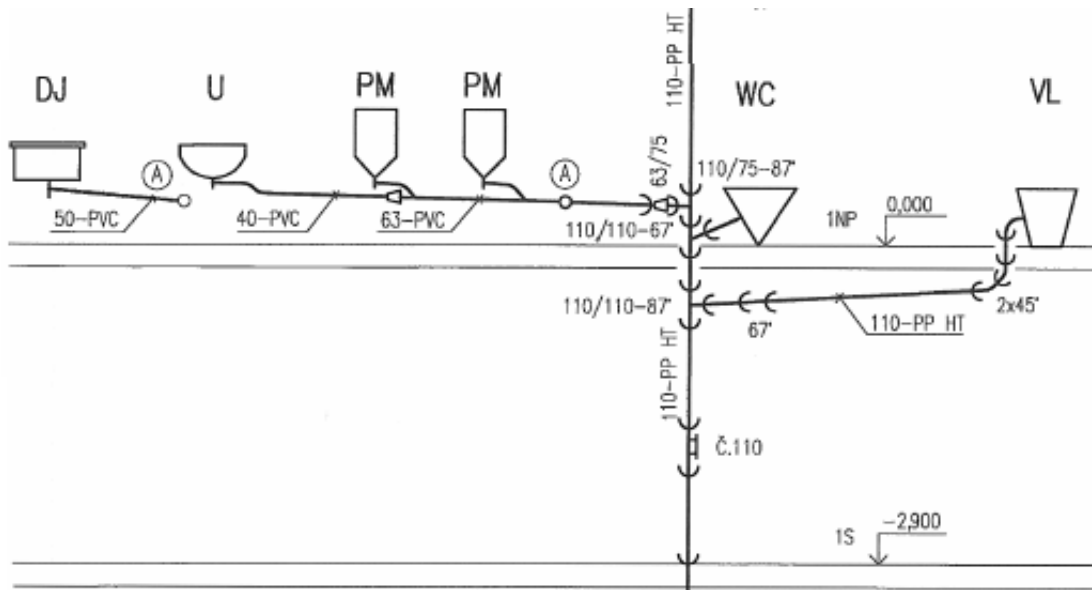
V řezech je nejlépe patrná výška umístění zařizovacích předmětů a potrubí v daném podlaží. Je zde vidět, zda je potrubí taženo podlahou, ve stěně nebo pod stropem a zda nám spád potrubí nevytvoří nějakou kolizi. Změny výšky vedení je možné zpětně označit do půdorysů pomocí kroužků bez šipek (většinou v případě vodovodních rozvodů). Pomocí řezů se mohou zpětně upravit trasy vedení potrubí, pokud potrubí pod sklonem zasahuje tam, kam nechceme. Potrubí v řezech je kresleno v daném spádu, což pomáhá ve výškové orientaci a také při navrhování tras potrubí.

Jednou z hlavních věcí je zde však okótování výškového napojení jednotlivých rozvodů, jak vody, tak kanalizace. To je důležité primárně u vodovodních rozvodů, protože udává, jaká bude použita výtoková baterie (nástěnná → spodní napojení/stojánková → horní napojení).

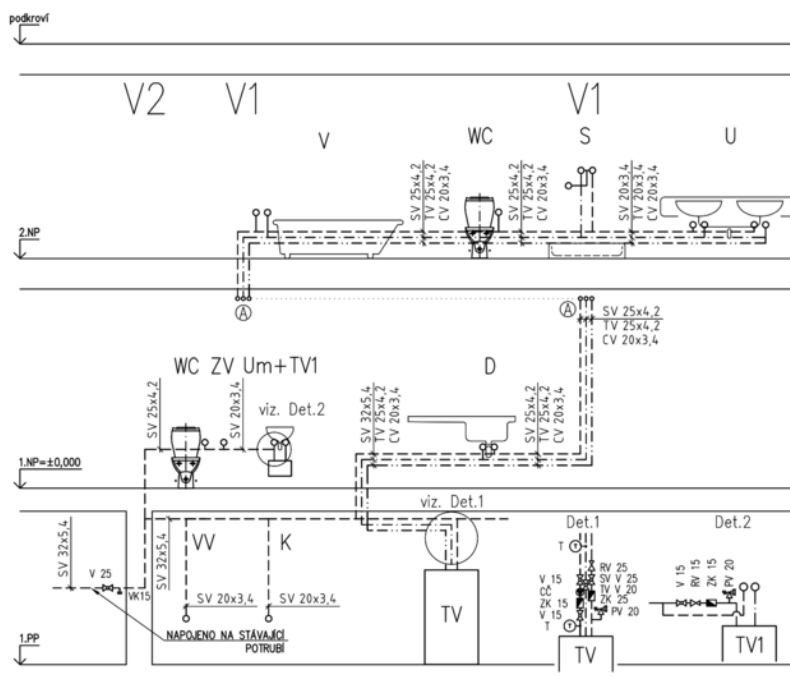
2.3.3. Popisky

V řezech je popsáno hlavně potrubí, jeho sklon a jeho rozměry. Uvádí se zde i jednotlivé armatury potrubí, jako kolena, odbočky, redukce, kulové ventily, sifony a další. Zároveň je popsáno, jaké svislé potrubí je v řezu zakresleno. Popisky informují, kde je potrubí vedeno, pokud není v drážce ve zdivu. Výškovými kótami je uvedena výška jednotlivých vodorovných konstrukcí stopů a podhledů. Některé z těchto popisků mohou být vygenerovány taktéž samotným projekčním programem.

Na výkresech půdorysů je vždy, stejně jako u ostatních výkresů, legenda čar a legenda zřizovacích předmětů. Obě tyto legendy slouží pro správnou orientaci na výkrese. Další věcí, kterou výkresy půdorysů obsahují, jsou poznámky. V nich jsou uvedeny důležité informace. Pokud by se napsaly pouze do technické zprávy, mohlo by se na ně zapomenout. Poznámky se většinou částečně liší od poznámek v půdorysech. Jejich funkce je však stejná a důležitá.



Obrázek 8 - Rozvinutý řez - kanalizace



Obrázek 9 - Rozvinutý řez - vodovod

2.4. Izometrie

2.4.1. Zobrazení tras

V tomto typu výkresů je zobrazeno vedení určité části především vodovodního potrubí. Je zde na rozdíl od řezů zobrazeno vedení ve formě axonometrie. Potrubí je nakresleno v jeho reálné délce, kterou je tedy možné z výkresu odměřit. Hlavním úkolem je ale zlepšit prostorovou představivost, kudy a jak bude vedeno dané potrubí

2.4.2. Popisky

Tyto výkresy znovu popisují všechny armatury a rozměry potrubí. Dále jsou zde uvedena čísla jednotlivých stoupacích potrubí. Znázorněny jsou směry proudění vody, prostupy podlažím a požárními dělicími konstrukcemi.

Popisky jsou umístěny také u každého zařizovacího předmětu. U stěnových sifonů pro pračky a myčky může být uveden též jejich typ nebo přesné označení. Označeno je například i umístění případných vodních filtrů. Dále zde mohou být uvedeny další specifikace jednotlivých prvků v rozvodech.

Na výkresech izometrie je umístěna legenda čar a legenda zřizovacích předmětů. Obě tyto legendy slouží pro správnou orientaci na výkrese. Další věci, kterou mohou výkresy izometrie obsahovat, jsou poznámky.

2.5. Výpočty

Výpočty jsou nedílnou a důležitou součástí každého projektové dokumentace. Jsou zde navrženy jednotlivé dimenze vodovodního a kanalizačního potrubí v objektu. Na návrh dimenzí rozvodů vody má vliv vnitřní tření proudící vody o stěny potrubí a místní ztráty armaturami. U rozvodů kanalizace je rozhodující prvek množství napojených zařizovacích předmětů, jejich průtok splaškových vod a sklon připojovacího a svodného potrubí.

KRYTICKÉ BODY

číslo bodu	DU l/s	vDU l/s	K	Q _{ww} l/s	DN
a1	3,9	1,97	0,5	0,99	100
a2	10,4	3,22		1,61	100
a3	16,9	4,11		2,06	100
a4	23,4	4,84		2,42	100
b1	6,5	2,55		1,27	100
b2	12	3,46		1,73	100
b3	17,5	4,18		2,09	100
b4	23	4,80		2,40	100

Obrázek 11 - Ruční výpočet kanalizace

Výpočty je možno provádět ručně, nebo přímo v projekčním programu. Ruční výpočty jsou prováděny nejčastěji v programu MS Excel. Lze využít již některé předpřipravené soubory, které stačí v některých případech pouze naplnit reálnými daty,

nebo si může projektant svůj soubor vytvořit sám podle výpočetních postupů dle norem. V tomto případě je orientace v souboru rychlejší, protože uživatel je zároveň tvůrce.

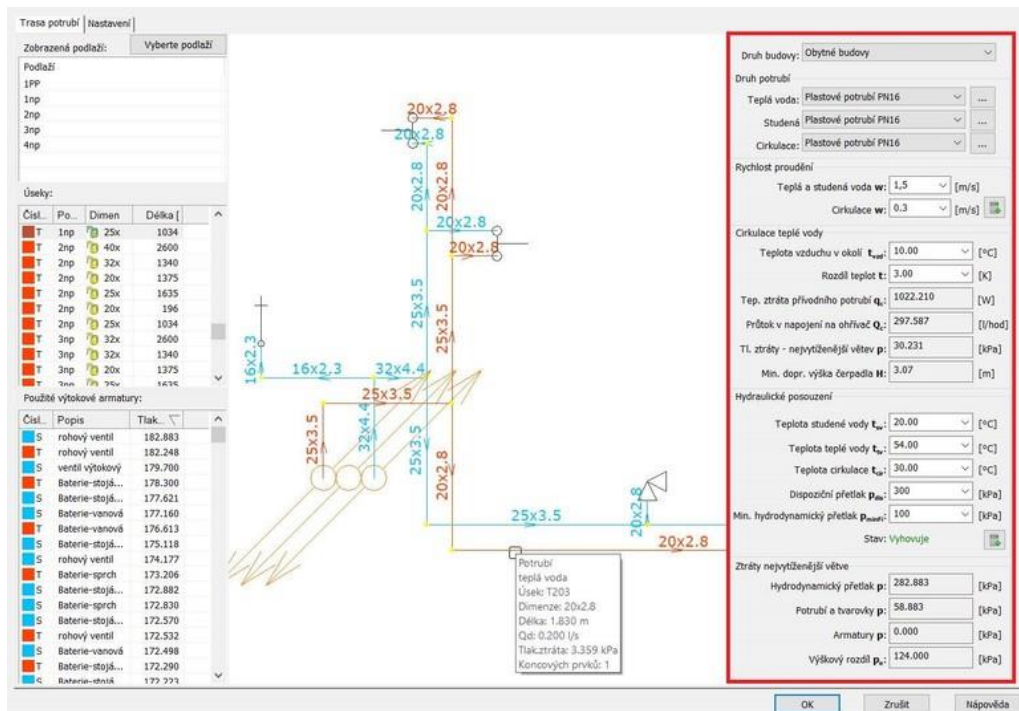
Výpočtový průtok Q_v									Ztráty třením		míst.odpory		Tlakové ztráty		
Úsek číslo	Q_{Ai}	0,1	0,2	0,3	0,4	2	Q_D	w_{skut}	DN	délka úseku	p_R		p_F		$p_{RF}=R \cdot L + Z$
	Q_{Ai}^2	0,01	0,04	0,09	0,16	4					R	$p_R=R \cdot L$	p_F	P_a	
	počet	počet	počet	počet	počet	počet	l/s	m/s	Dxt mm	m	Pa/m	Pa	-	Pa	Pa
1						1	0,30	1,84	20x2,8	2,08	3170,6	6594,8		7617,60	14212,4
2			1				0,36	2,21	20x2,8	0,86	4410,5	3793		3663,08	7456,1
3			2	1			0,41	1,61	25x3,5	0,69	1885,7	1301,1		648,03	1949,2
4			3	1			0,46	1,81	25x3,5	8,84	2327,3	20573		10647,33	31220,7
5			4	1			0,50	1,96	25x3,5	0,6	2686,3	1611,8		2881,20	4493,0
6	1		4	1			0,51	2,00	25x3,5	0,8	2786	2228,8		3000,00	5228,8
7	1		6	1			0,58	2,28	25x3,5	3,66	3530,9	12923		16894,80	29817,9
8	2		12	2			0,82	1,97	32x4,5	3	1998	5994		970,23	6964,2
9	3		18	3			1,01	1,55	40x5,6	3	980,6	2941,8		600,63	3542,4
10	4	24	4	4			1,17	1,80	40x5,6	2,03	1284,3	2607,1	13608,00		16215,1
11	4	24	4	4			1,17	1,80	40x5,6	10,92	1284,3	14025	4860,00		18884,6
12	11	60	27				2,22	2,16	50x6,9	6,94	1348,4	9357,9	6998,40		16356,3
13	22	120	54				3,14	3,05	50x6,9	18	2533,6	45605	12558,38		58163,2

$p_{RF} = \Sigma \quad 214503,8 \text{ Pa}$

Obrázek 12 - Ruční výpočet vodovodu

Projektanta pouze zdržuje odečítání jednotlivých rozměrů potrubí, počtů tvarovek a armatur z již nakreslené dokumentace. Dále se musí dohledat a dopočítat celkové ztráty třením v potrubí a armaturách.

Výpočty zabudované v projekčních programech jsou samozřejmě rychlejší a přesnější než ruční výpočty, kde může dojít k chybě nebo lehkým odchylkám od projektové dokumentace. V programech je po zadání množství odebírané vody ze zařizovacích předmětů možné provést kompletní návrh rozvodů vody. Potřebné hodnoty ztrát třením a rychlostí vody jsou automaticky doplněny a spočteny programem. Tento samý postup je možné provést i v případě návrhu kanalizačního potrubí, kde je pro každý



Obrázek 13 - Programový výpočet vodovodu

zařizovací předmět uveden průtok splaškových vod. Ten je postupně programem sčítán a poté je navržena dimenze potrubí.

2.6. Výkaz výměr a rozpočet

Výkazy výměr a na ně navazující rozpočty jsou taktéž nedílnou součástí tohoto typu projektové dokumentace. Ve výkazech výměr jsou uvedeny délky jednotlivých potrubí v metrech, počet armatur, kolen a dalších prvků v kusech. Tato část dokumentace se používá pro výběrová řízení na zhotovitele stavby. Na základě výkazu výměr je zhotoven rozpočet, který je finančním podkladem investora při výběru zhotovitele.

Výkazy výměr je možné vytvořit ručním zpracováním formou excelového souboru s měřením potrubí a počítáním jednotlivých armatur. Výkaz výměr musí taktéž obsahovat mimo materiál i práci. Položky jednotlivých pracovních úkonů musí být doplněny ručně. Oba úkony jsou však velice zdlouhavé a mohou se zde častěji objevit chyby při nepozornosti projektanta. V dnešním projektování se tento způsob využívá jen zřídka.

Výkaz výměr - kanalizace SO 03

Oz.	Název položky rozpočtu	Počet	Jednotková cena (bez DPH)	Celková cena (bez DPH)
1	Potrubí kanalizační splaškové DN 150 vč. tvarovek	10,4 m	0 Kč	0 Kč
2	Potrubí kanalizační splaškové DN 125 vč. tvarovek	2,3 m	0 Kč	0 Kč
3	Potrubí kanalizační splaškové DN 100 vč. tvarovek	36,6 m	0 Kč	0 Kč
4	Potrubí kanalizační splaškové DN 75 vč. tvarovek	23,7 m	0 Kč	0 Kč
5	Potrubí kanalizační splaškové DN 50 vč. tvarovek	29,4 m	0 Kč	0 Kč
6	Potrubí kanalizační dešťové DN 150 vč. tvarovek	12 m	0 Kč	0 Kč
7	Potrubí kanalizační dešťové DN 125 vč. tvarovek	16,3 m	0 Kč	0 Kč
8	Potrubí kanalizační dešťové DN 100 vč. tvarovek	40,8 m	0 Kč	0 Kč
9	Odvětrávací hlavice HL 810	2 ks	0 Kč	0 Kč
10	HL 404.1 - zápachová uzávěrka pračky	1 ks	0 Kč	0 Kč
11	HL 21 - kondenzační sifon	2 ks	0 Kč	0 Kč
12	HL 400 - sifon pračkový	1 ks	0 Kč	0 Kč
13	Lapač střešních splavenin - "gajgr"	4 ks	0 Kč	0 Kč
14	Vsakovací objekt	1 kpl	0 Kč	0 Kč
15	Revizní šachta betonová pr. 600	2 ks	0 Kč	0 Kč

Obrázek 14 - Vzorový výkaz výměr - kanalizace

Při tvorbě výkazů se spíše využívá jejich automatické tvorby z projekčních programů. Ty jsou po ukončení projekce rozvodů schopné vygenerovat výkaz výměr obsahující délky potrubí, počty armatur a další potřebné materiály. Položky prací se musí opět doplnit ručně stejně jako u ručního výkazu výměr. Hodnoty pro práce se použijí z vygenerovaného výkazu výměr. Následně je možné vytvořit rozpočet.

2.7. Shrnutí obsahu 2D projektové dokumentace

Obsah 2D projektové dokumentace je obvyklý. V dnešní době je tento druh projektové dokumentace jediný, jehož obsah je dán. Jak je již zmíněno výše, obsahuje půdorysy jednotlivých podlaží, rozvinuté řezy nebo izometrie, výkaz výměr a rozpočet. Jednotlivé výkresy a jejich obsah je popsán výše.

Při tomto typu projektové dokumentace je dle mého názoru obtížnější prostorová orientace v navržených rozvodech vody a kanalizace. Pro člověka, který podle této dokumentace realizuje jednotlivé rozvody, může být občas matoucí a nesrozumitelná. Orientaci v potrubí nejvíce usnadňuje izometrie, která je neblíže jakékoli 3D modelaci potrubí.

V dnešní době jsou na projekci používány programy například CADKON+ nebo samotný AutoCAD, který je jednodušší, avšak bez schopnosti výpočtů

3. Obsah 3D projektové dokumentace

3.1. Vstupy pro zahájení projekce

3.1.1. Vstupy od projektantů

Vstupy od projektantů se od 2D projektové dokumentace liší jen velmi málo. Pro zahájení projekce zdravotnické části ve 3D jsou opět nejvíce potřeba podklady v podobě stavebních půdorysů jednotlivých pater a řezů objektem. Tyto půdorysy mohou být vymodelované ve 3D a měly by v nich být již umístěné zařizovací předměty. Stejný vstup pro 2D i 3D projekci je umístění předstěn od projektanta stavební části. Toto je však dle mého názoru na domluvě obou projektantů. A to například i u rozmístění zařizovacích předmětů, které se při projekci zdravotnické části může změnit. Důvodem je například kratší nebo jednodušší vedení rozvodů vody a kanalizace. Je také potřeba zaměřit se na koordinaci mezi jednotlivými profesemi TZB. Výhoda 3D modelu je ta, že jsou vidět případné kolize nebo na tyto kolize upozorní samotný modelační program.

Opět je dobré se i při 3D projekci stavební části předem zaměřit na návrh dispozice a na rozmístění instalačních šachet, kterými jsou následně vedeny rozvody vody, kanalizace a všech ostatních potřebných profesí v objektu. Je nutné dbát na jejich návaznost přes všechna podlaží. V dnešní době se v posledních patrech bytových domů navrhují luxusnější byty, které mají zpravidla jinou dispozici oproti nižším patřům.

V tomto případě je obzvláště nutné dbát na návaznost instalačních šachet. Pokud nenavazují, je kvůli vedení potrubí důležité dispozičně probrat s projektanty využívajícími instalační šachty. Tento problém je vidět v praktické části této práce, kde je dispoziční posledního patra jiná a šachty z nižších podlaží nejsou do části dispoziční ani navrženy a nenavazují.

Výkresy od projektanta stavební části mohou být ve formátu PDF a je tak možné si je v modelačních programech pro TZB podložit pod 3D model. V tomto případě je zpracován model pouze samotného potrubí bez stavebních prvků. V nějakých případech se mohou přidat také desky vyznačující jednotlivá podlaží. Pro zpracování 3D modelu (v tomto případě zdravotní techniky) je dle mého názoru nejlepší poskytnout projektantovi 3D modely stavební části ve stejném formátu (Archicad, Revit) nebo formátu IFC, který obsahuje všechny potřebné prvky a je možné tento typ souborů otevřít ve všech užívaných 3D modelačních programech.

3.1.2. Vstupy od investora projektu

Vstupy od investora jsou úplně stejně jako pro 2D projektovou dokumentaci. Tyto vstupy jsou stejně důležitým podkladem i v 3D projektové dokumentaci. Je nutné uvést využití projektovaného objektu, zda bude určen pro bydlení, nebo ne a jeho další případná specifikace. Od této informace se pak dále odvíjí projekce zdravotnické části. Na základě výše uvedených specifikací objektu je možné navrhnout spotřebu vody a také objem splaškové vody, která bude odvedena kanalizačním potrubím. Dle počtu lidí v objektu bude navržena spotřeba teplé vody včetně druhu ohřevu vody.

Dále je pro profesi zdravotní techniky nutné probrat s investorem také možnost využití šedé odpadní vody pro splachování WC. Její zahrnutí do projektu vyžaduje rozdělení odpadní kanalizace. Využití šedé vody je v dnešní době již značně rozvinuto. Pro její použití je však nutné provést analýzu, zda je použití výhodné, nebo naopak. Tato analýza není v této práci řešena.

3.2. Výkresy 2D půdorysů a vedení tras

Pro zobrazení tras potrubí v půdorysech při 3D projekci je dle mého názoru nutné použít 2D půdorysy rozvodů. Je to jednoduché a přehledné zobrazení tras potrubí. Proto jsou požadavky v následující odstavcích stejné s požadavky v části o 2D projektové dokumentaci.

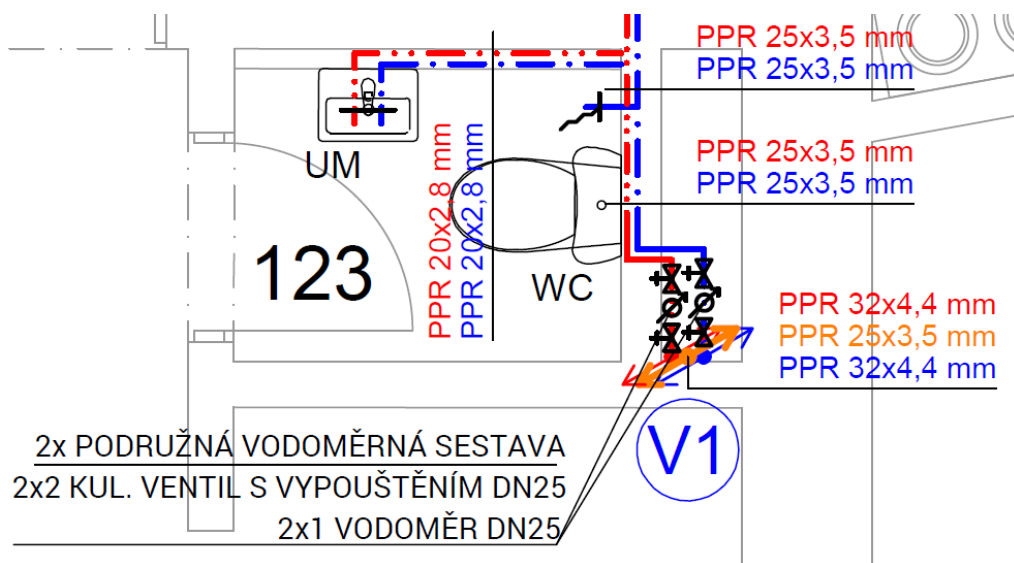
3.2.1. Zobrazení tras

Pro zobrazení tras při 3D projekci je podle mého názoru nutné použít i v případě 3D modelu 2D půdorysy rozvodů. V půdorysech zdravotnické každého z podlaží je stejně jako ve 2D projektové dokumentaci zobrazeno vedení jednotlivých rozvodů vody a kanalizace, které je pro přehlednost rozděleno na vlastní výkresy. Toto vedení znázorňuje, v jakých stěnách či předstěnách bude potrubí vedeno, případně zda bude vedeno pod stropem. Popsány jsou také jednotlivé zařizovací předměty, aby bylo jasné, o které se jedná. Vidíme zde také stranové napojení teplé a studené vody v případě umyvadel, sprch a dřezů, případně výlevek.

Vedení tras může být ovlivněno 3D modelem potrubí, kde může při modelování proběhnout z technických důvodů provedení napojení tvarovek ke změně. Tyto změny musí být zpětně zapracovány do 2D půdorysů projektové dokumentace.

3.2.2. Svislé stoupací potrubí

Stejně jako u 2D projektové dokumentace je na každém výkresu půdorysu zakresleno svislé stoupací potrubí. Znázorněno je kruhem a šipkami směřujícími z jeho středu a ukazujícími, zda svislé potrubí pokračuje do podlaží nad, nebo pod to aktuální. Tato svislá stoupací potrubí jsou ve většině případů umístěna do instalačních šachet, které procházejí přes všechna podlaží až nad střešní rovinu. Zde je důležitá spolupráce s ostatními profesemi TZB, aby se všechny navrhované rozvody do instalačních šachet vešly. Tento problém je vyřešen tím, že jsou všechny rozvody ve 3D modelovány do jednoho souboru a případné kolize tras jsou kontrolovány modelačním programem.

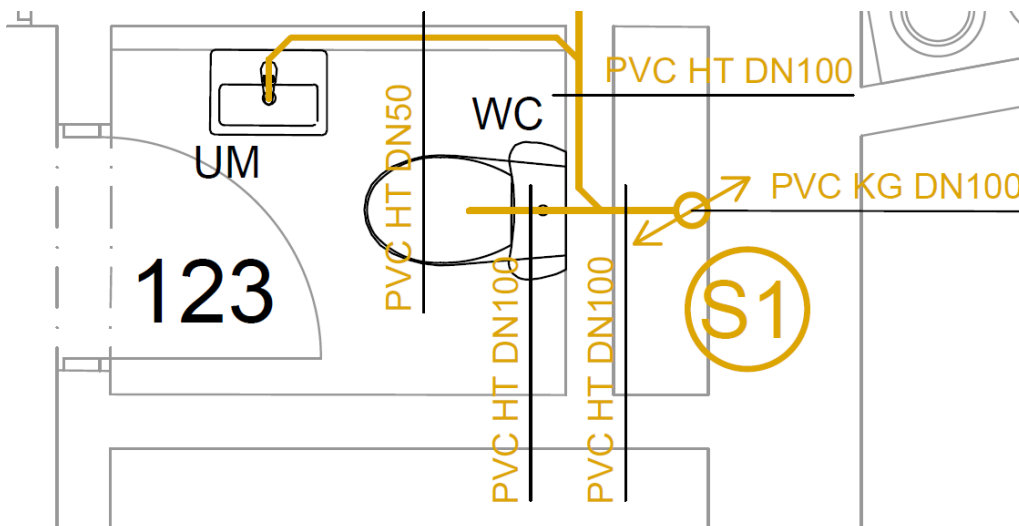


Obrázek 15 - Zakreslení popisků potrubí - vodovod

Výjimkou jsou například rodinné domy nebo výrobní objekty, kde je zřízení instalačních šachet zbytečné.

3.2.3. Popisky

Popisky se téměř shodují s půdorysy pro 2D projektovou dokumentaci. V těch jsou umístěny popisky doplňující nutné informace. Tyto popisky mohou být generovány samotným 2D projekčním programem. Popsány jsou jenom dimenze jednotlivých vedení. Armatury není nutné dle mého názoru v tomto případě popisovat. Tyto informace jsou uvedeny ve výkresech s pohledy na jednotlivá potrubí (viz. část 3.3) a zbytečně by se prvky popisovaly dvakrát. Označeny jsou však jednotlivé zařizovací předměty, aby bylo jasné, o které se jedná. Je zde popsáno, kudy jsou vedeny rozvody, a to většinou v drážkách ve stěnách či předstěnách. Pokud ne, umísťuje se popisek, který uvádí umístění potrubí. To zůstává s 2D projektovou dokumentací stejné.



Obrázek 16 - Zakreslení popisků potrubí - kanalizace

TABULKA MÍSTNOSTÍ

Č. M.	NÁZEV	PLOCHA m ²
101	PODATELNA	16,60
102	WC ŽENY + INVALIDÉ	3,92
103	KUCHYŇKA + SKLAD	3,93
104	WC ZAMĚSTNANCI OÚ + PŘEDSÍŇ	3,13
105	SKLAD	3,56
106	WC MUŽI + PŘEDSÍŇ	3,41
107	CHODBA	12,50
108	CHODBA, SCHODIŠŤOVÝ PROSTOR	9,40
109	PŘEDSÍŇ PRO WC + VÝLEVKA	3,37
110	WC KLUBOVNA + PLYNOVÝ KOTEL	2,75
111	CHODBA	2,42
112	GARÁŽ	38,90
113	KLUBOVNA	21,90
CELKOVÁ PLOCHA		127,60 m ²

LEGENDA ČAR

- - - - - ROZVOD TEPLÉ VODY
- - - - - ROZVOD STUDENÉ VODY
- ROZVOD SPLAŠKOVÉ KANALIZACE V 1.NP
- - - - - STÁVAJÍCÍ ROZVOD SPLAŠKOVÉ KANALIZACE V ZÁKLADECH

LEGENDA ZAŘIZOVACÍCH PŘEDMĚTŮ

- U UMYVADLO
- UM UMYVÁTKO
- DŘ KUCHYŇSKÝ DŘEZ
- WC ZÁCHOD

Obrázek 17 - Popisky na pravé straně výkresů

Popsána jsou také svislá stoupací potrubí. Svislé vodovodní potrubí je označeno jako Vx, kde za x je uvedeno číslo svislého potrubí. Kanalizační stoupací potrubí jsou označena podobně, a to Sx, kde x taktéž označuje číslo svislého potrubí. Dalšími popiskami je také uvedena dimenze daných svislých potrubí.

Na výkresech 2D půdorysů je vždy umístěna tabulka místností, aby bylo jasné, jak bude daná místnost využívána. Dále je zde legenda čar a legenda zřizovacích předmětů. Obě tyto legendy slouží pro správnou orientaci na výkrese.

Další věcí, kterou výkresy 2D půdorysů obsahují jsou poznámky. V nich jsou uvedeny důležité informace. Pokud by se napsaly pouze do technické zprávy, mohlo by se na ně zapomenout. Poznámky jsou na výkrese také z praktického důvodu, realizační pracovník nemusí při každé nejasnosti hledat informace v technické zprávě.

3.3. Zobrazení částí 3D modelu

3.3.1. Zobrazení tras 3D modelu

Tato část obsahuje výkresy ve formě pohledů na všechny části 3D modelu rozvodů vody a kanalizace. Obsahem této části projektové dokumentace jsou výkresy každého stoupacího potrubí vody a kanalizace zvlášť. Na každém z výkresů je zachycen pohled na potrubí v každém z pater včetně případného dalšího pokračování potrubí, které se nevejde na jeden pohled. Takto je zpracována každá část svislého i vodorovného potrubí.

Zobrazení potrubí na výkrese je zvoleno tak, aby bylo na pohledu zachyceno potrubí co nejlépe a byly zachyceny všechny složité části vedení potrubí. Správné zobrazení a měřítko jsou velmi důležité parametry proto, aby nebylo nutné dělat více pohledů na stejnou část potrubí a zvyšovat tak počet výkresů.

POZNÁMKY

!!! V PŘÍPADĚ NESROVNALOSTÍ PROJEKTU A REALITY BUDE NÁVRH ZMĚNY VEDENÍ ROZVODŮ KONZULTOVÁN S PROJEKTANTEM TÉTO ČÁSTI PŘED ZAHÁJENÍM DALŠÍCH PRACÍ !!!

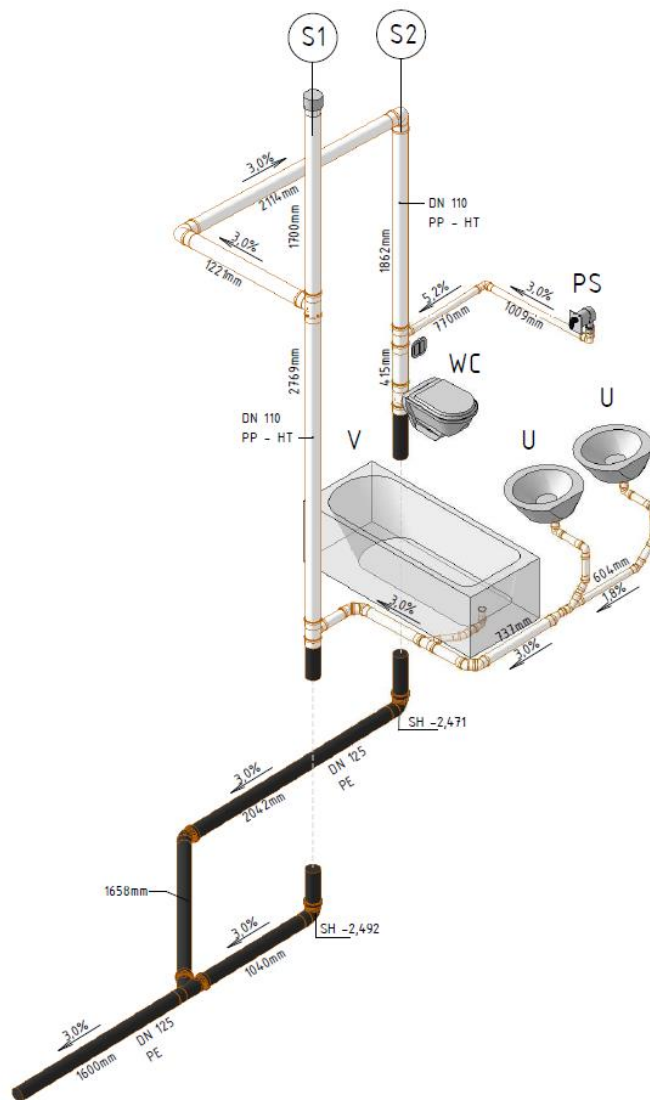
- STÁVAJÍCÍ VODOMĚRNÁ SESTAVA JE UMÍSTĚNA NA STĚNĚ V MÍSTNOSTI č. 1.03
- STÁVAJÍCÍ ROZVODY VODY BUDOU ODSTRANĚNY A NAHRAZENY ROZVODY NOVÝMI
- ROZVODY VODY JSOU VEDENY V SÁDROKARTONOVÝCH PŘÍČKÁCH, PŘÍPADNĚ VE DRÁŽKÁCH VE ZDIVU
- DRÁŽKY BUDOU POUZE TAK HLUBOKÉ, JAK BUDE NUTNÉ, ABY BYLY ZACHOVÁNY KONSTRUKČNÍ VLASTNOSTI STĚNY
- VEŠKERÉ ROZVODY VODY MUSÍ BÝT VE SKLONU MINIMÁLNĚ 4% SMĚREM K VYPOUŠTĚCÍM ARMATURÁM
- NAPOJENÍ VŠECH ZAŘIZOVACÍCH PŘEDMĚTŮ NA VODOVODNÍ ROZVODY BUDE V DIMENZI DN20
- OHŘEV TEPLÉ VODY JE ZAJIŠTĚN V ZÁSOBNÍKU TEPLÉ VODY
- OHŘEV ZÁSOBNÍKU JE ZAJIŠTĚN POMOCÍ PLYNOVÉHO KOTLE A PŘÍPADNĚ ELEKTRICKOU TOPNOU SPIRÁLOU
- SKLON PŘIPOJOVACÍHO KANALIZAČNÍHO POTRUBÍ NESMÍ KLESNOUT POD 3 % !
- ROZVODY KANALIZACE JSOU VEDENY V SÁDROKARTONOVÝCH PŘÍČKÁCH, PŘÍPADNĚ VE DRÁŽKÁCH VE ZDIVU
- DRÁŽKY BUDOU POUZE TAK HLUBOKÉ, JAK BUDE NUTNÉ, ABY BYLY ZACHOVÁNY KONSTRUKČNÍ VLASTNOSTI STĚNY
- PRO VNITŘNÍ KANALIZAČNÍ ROZVODY JE POUŽITO POTRUBÍ "HT" V DIMENZÍCH DLE TOHOTO VÝKRESU

Obrázek 18 - Poznámky uvedené na každém výkrese

Tato část je značně rozsáhlá, protože obsahuje v podstatě veškeré výkresy 3D projektové dokumentace. Zobrazeno je na výkresech veškeré potrubí v celém objektu ve statickém podání.

3.3.2. Popisky

Na pohledech vložených na výkresy jsou umístěny popisky potrubí. Obsahují materiál potrubí, jeho dimenzi a délku. U armatur (kolen, odboček, T-kusů, ...) je také uvedena dimenze a materiál. Vše je popsáno barevně pro lepší orientaci, k jakému druhu potrubí popisek patří.



Obrázek 19 - 3D pohled z Revitu

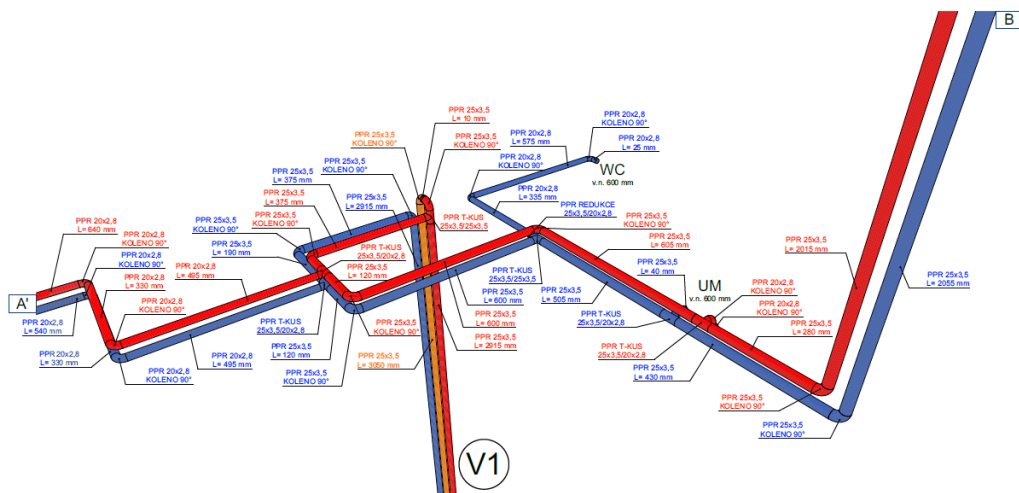
Na výkresech s jednotlivými pohledy na 3D model je vždy umístěna legenda potrubí a legenda zřizovacích předmětů. Obě tyto legendy slouží pro správnou orientaci na výkrese.

Další věci, kterou výkresy s pohledy na 3D model obsahují, jsou poznámky. V nich jsou uvedeny důležité informace. Poznámky jsou na výkrese z praktického důvodu, realizační pracovník nemusí při každé nejasnosti hledat informace v technické zprávě.

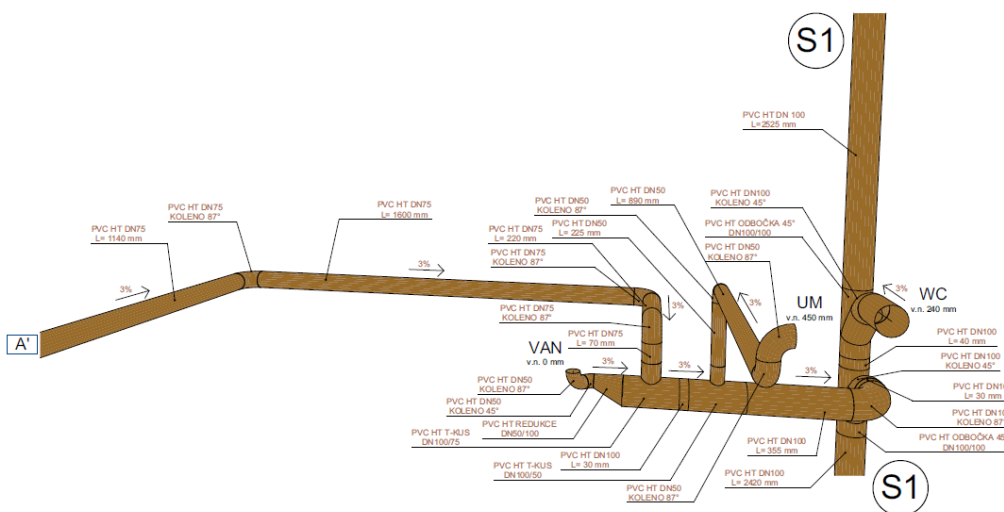
3.4. Izometrie/3D model

3.4.1. 3D vizualizace

Tento výkres, nebo spíše soubor, je brán trochu jinak než izometrie ve 2D dokumentaci. Tato část 3D dokumentace je tvořena elektronickým souborem samotného 3D modelu obsahujícího zdravotní techniku (případně i ostatní profese TZB) včetně zařizovacích předmětů. 3D model je také dobrým podkladem pro hydraulické výpočty. Soubor bude možné prohlížet například v BIM prohlížečích nebo v prohlížečích IFC nebo je také možné vytvořit 3D PDF soubor.



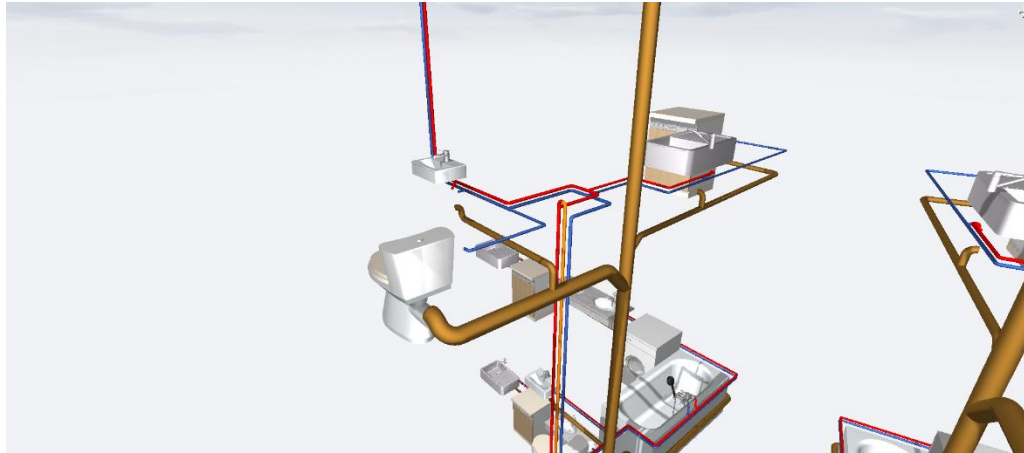
Obrázek 20 - 3D pohled z ArchiCADu - vodovod



Obrázek 21 - 3D pohled z ArchiCADu - kanalizace

3.4.2. Prohlížení souborů

Základní podmínkou je mít na počítači nainstalovaný BIM nebo IFC prohlížeč. Poté je vhodné zaslat s projektovou dokumentací i odkaz na instalační soubor prohlížeče, který má již projektant ověřený a půjde v něm vyvolaný soubor otevřít. Pak je možné si



Obrázek 22 - Pohled na část 3D modelu z BIM prohlížeče

zaslaný model prohlédnout v celém jeho rozsahu včetně případných detailů vedení potrubí. Podle mě je zde lepší pohyb v modelu než u souboru 3D PDF. Prohlížeče jsou totiž vyvinuty přímo pro prohlížení BIM a IFC souborů.

U 3D PDF souboru je jednodušší otevření souboru, protože na to postačí obyčejný program pro čtení PDF souborů. Nevýhodou tohoto řešení je však velikost souboru a jeho dlouhá doba otevírání (záleží na velikosti 3D modelu). Není totiž primárně určen na pohyb v BIM modelech. Výhodou je však dostupnost programu na čtení PDF i na tabletech nebo mobilních telefonech.

3.4.3. Popis 3D modelu

Popisy se v tomto souboru nevyskytují. Jsou uvedeny na půdorysech a na výkresech s pohledy na vymodelované potrubí (viz. část 3.3). 3D model je část projektové dokumentace, která je určena pouze jako doplňkový soubor s možností procházet model a podívat se na potřebné části potrubí i z jiného než statického pohledu na ostatních výkresech v dokumentaci.

3.5. Výpočty

Výpočty jsou opět nedílnou a důležitou součástí projektové dokumentace. Stejně jako u 2D dokumentace jsou zde navrženy jednotlivé dimenze vodovodního a kanalizačního potrubí v objektu. Vliv na návrh dimenzí rozvodů vody má vnitřní tření

proudící vody o stěny potrubí a místní ztráty armaturami. U rozvodů kanalizace je rozhodujícím prvkem množství napojených zařizovacích předmětů a průtok splaškových vod včetně sklonu přípojovacího a svodného potrubí.

Výpočty jsou v případě 3D projektové dokumentace podobné těm pro 2D dokumentaci. Opět je zde možnost různých způsobů výpočtu. Nejvíce se při 3D modelování využívá již zabudovaných výpočtů v BIM modelačních programech, které jsou samozřejmě rychlejší a přesnější než ruční výpočty, kde může dojít k chybě nebo lehkým odchylkám od projektové dokumentace. V programech je po zadání množství odebírané vody ze zařizovacích předmětů možné provést kompletní návrh rozvodů vody. Potřebné hodnoty ztrát třením a rychlostí vody jsou automaticky doplněny a spočteny programem. Tento samý postup je možné provést i v případě návrhu kanalizačního potrubí, kde je zadán pro každý zařizovací předmět průtok splaškových vod. Ten je postupně programem sčítán a následně je navržena dimenze potrubí.

V případě modelování potrubí pouze v modelačním programu je nutné provést buď výpočet ruční (nejčastěji v MS Excel), nebo provést zakreslení potrubí ve 2D projekčním programu, který již výpočty zvládne ze zadaných informací. U ručního výpočtu je však větší pravděpodobnost chyby než u výpočtu v programu. Více informací je uvedeno výše v práci v části 2.5. Zakreslení ve 2D pro výpočet je možné využít také jako 2D půdorysy, které jsou obsahem 3D projektové dokumentace.

3.6. Výkaz výměr

Výkazy výměr a na ně navazující rozpočty jsou taktéž nedílnou součástí i 3D projektové dokumentace. V těchto výkazech jsou uvedeny délky jednotlivých potrubí v metrech, počet armatur, kolen a dalších prvků v kusech stejně jako u 2D dokumentace. Tato část dokumentace se používá pro výběrová řízení na zhotovitele stavby. Na základě výkazu výměr je zhotoven rozpočet, který je finančním podkladem investora při výběru zhotovitele.

Výkazy výměr je možné vytvořit ručním zpracováním formou excelového souboru s měřením potrubí a počítáním jednotlivých armatur. To se však u 3D projektování již nedělá, protože toto zvládne modelační program sám. Při tvorbě výkazů se spíše využívá jejich automatické tvorby ze samotného 3D modelu. Modelační

programy jsou po ukončení modelování rozvodů schopné vygenerovat výkaz výměr obsahující délky potrubí, počty armatur a další potřebné materiály.

U některých programů je však nutné dbát na správné označení jednotlivých armatur. Například v případě ArchiCADu, ve kterém je zpracována praktická část této práce, je nutné vyplnit kolonku ID, kde je doplněna specifikace daného prvku. Na základě těchto ID je pak tvořen samotný výkaz výměr. Ten je buď doplněn legendou popisu prvků, nebo jsou prvkům ve vygenerovaných výkazech upraveny názvy. Výkaz výměr musí taktéž obsahovat mimo materiál i práci. Položky a objemy jednotlivých pracovních úkonů musí být doplněny ručně dle vygenerovaného výkazu výměr.

Potrubí - armatury	
Celé ID prvku	Množství [ks]
PPR 20x2,8 KOLENO 90°	409
PPR 25x3,5 KOLENO 90°	206
PPR 32x4,4 KOLENO 20°	1
PPR 32x4,4 KOLENO 90°	31
PPR 40x5,5 KOLENO 20°	1
PPR 40x5,5 KOLENO 90°	7
PPR 50x6,9 KOLENO 20°	1
PPR 50x6,9 KOLENO 90°	2
PPR REDUKCE 25x3,5/20x2,8	90
PPR REDUKCE 32x4,4/25x3,5	2

Přímé potrubí		
Celé ID prvku	Délka [m]	Množství [ks]
PPR 20x2,8	0,015	11
PPR 20x2,8	0,02	3
PPR 20x2,8	0,025	4
PPR 20x2,8	0,035	20
PPR 20x2,8	0,04	87
PPR 40x5,5	7,595	1
PPR 40x5,5	7,61	1
PPR 50x6,9	0,1	1
PPR 50x6,9	6,55	1
PPR 50x6,9	6,735	1
PPR 50x6,9	7,65	1
PVC HT DN50	0,01	6
PVC HT DN50	0,015	2
PVC HT DN50	0,02	6
PVC HT DN50	0,025	8

Obrázek 23 - Výkaz výměr vytvořený programem

Výkaz výměr, který lze z programů dostat, je pak uložen nejčastěji ve formě tabulky do samostatného souboru. Je také možné přenést tabulku do MS Excel a upravit ji do požadovaného vzhledu.

3.7. Shrnutí obsahu 3D projektové dokumentace

Obsah 3D projektové dokumentace stavby není v této době dán a každý projektant si ho vytváří dle svého uvážení. V této části práce jsem se pokusil navrhnout obsah 3D projektové dokumentace pro zdravotní techniku tak, aby byl co nejvíce pochopitelný a přínosný pro realizační firmy. V dnešní době je tento druh projektové dokumentace na vzestupu a bude se používat čím dál více.

Základem tohoto typu projektové dokumentace jsou 2D půdorysy všech podlaží se zakreslenými rozvody vody a kanalizace včetně zařizovacích předmětů. Přesto, že je toto 3D dokumentace, je tento typ výkresů nutný pro orientaci v celém projektu. Další velmi důležitou částí dokumentace jsou zobrazení části modelů ve 3D. Zde jsou uvedeny podrobné popisky všech prvků rozvodů. Dále jsem pro lepší orientaci a pochopení složitějších částí vytvořil soubor samotného 3D modelu včetně zařizovacích předmětů. V této části je možné procházet 3D modelem a podívat se na potrubí zdravotní techniky i z jiných úhlů, než jsou zachyceny na statických výkresech s popisky. Poslední částí projektu (výkaz výměr, výpočet) jsou taktéž shodné s 2D projektovou dokumentací. Jediná změna je jejich vytvoření, které je popsáno v částech 3.5 a 3.6.

V tomto typu projektové dokumentace je dle mého názoru mnohem lepší prostorová orientace v navržených rozvodech vody a kanalizace než ve 2D projekci. Toto je zajištěno 3D modelem a výkresy, které jsou z něj tvořeny. Protože pokud bude část rozvodů špatně zachycena na statickém výkrese, může se na ni realizační firma podívat z jakéhokoli jiného pohledu. 3D model má primárně sloužit pro orientaci v projektu a zbylé výkresy mají podávat informace o navržených rozvodech.

BIM modely a celkově 3D projektová dokumentace může být tvořena ve všech modelačních programech. Hlavní využívané jsou však v dnešní době Revit nebo ArchiCAD, případně méně používaný Allplan.

4. Srovnání 2D a 3D projektové dokumentace

4.1. Čitelnost zobrazení tras

Zobrazení tras v půdorysech je v obou typech projektové dokumentace stejné. Jsou u nich použity klasické čárové 2D půdorysy. Ponechal jsem to takto, protože při modelování nelze vytvořit odpovídající půdorys, který by byl dostatečně čitelný. Jako příklad uvedu rozvody vodovodního potrubí. V 3D modelu je umístěno potrubí nad sebou a v půdoryse proto není zřetelné, zda je místem vedena studená i teplá vody, nebo jenom jedna z nich (osy potrubí se kryjí). Tento problém u 2D čárového půdorysu nenastane. U 3D dokumentace není však každý prvek detailně popsán. Je zde uvedena pouze dimenze daného potrubí, což z mého pohledu zlepšuje čitelnost výkresů. Navíc je to také zbytečné, protože tyto informace jsou uvedeny na výkresech s pohledy na 3D model.

Řezy a izometrie z 2D projektové dokumentace jsou nahrazeny výkresy s pohledy na jednotlivé části 3D modelu a souborem BIM nebo IFC s pohyblivým modelem (v tomto případě zdravotní techniky). Nevýhodou řezů je jejich přímé spojení s výkresy půdorysů, bez kterých se při realizaci neobejdete. Výhodou oproti navrhovanému druhu dokumentace je dobře zakreslené výškové uložení potrubí včetně napojení zařizovacích předmětů. To je v případě 3D výkresů poněkud horší.

U pohledů na jednotlivé části potrubí je však 3D více nápomocné k prostorové orientaci a ve spojení s pohyblivým 3D modelem. Dle mého názoru je tato varianta praktičtější, ale vznikne více výkresů než pro 2D projektovou dokumentaci.

Pohyblivým 3D modelem je izometrie vylepšena a čáry jsou nahrazeny prostorovými prvky. Tato část 3D projektové dokumentace pomůže v orientaci v projektu a také se díky prohlížeči může investor i realizační firma podívat na potrubí i z jiného pohledu.

4.2. Zobrazení detailů

Zobrazení detailů je podle mě rozhodně hlavní výhodou 3D projektové dokumentace. Při modelování vlastně projektant skládá jednotlivé reálné prvky a armatury jako v reálu na stavbě. Proto jsou v tomto druhu dokumentace vyřešeny veškeré detaily vedení potrubí. Toto je právě to, co mě na 3D modelování zaujalo nejvíce. V programu reálně modeluji vedení, které bude v té samé podobě provedeno na stavbě.

Výhodou je také to, že pracovník v realizaci nemusí vymýšlet, jak který detail složí, protože je od projektanta již vymyšlený. Na druhou stranu to klade větší požadavky na projektanta zdravotní techniky, který musí vymodelovat proveditelnou skladbu armatur a prvků.

Ve 2D projekci nelze některé detaily zachytit. Jsou to především napojení na svislá potrubí nebo části objektu, kde se v jednom místě napojuje více zařizovacích předmětů. Čárou není projektant schopen napojení zkreslit. Tuto věc však 3D model dokáže. Ať je to statický výkres s pohledy na potrubí nebo pohyblivý model v prohlížeči, vždy zle po správném namodelování zobrazit každý kus potrubí, tak jak byl projektantem zamýšlen.

4.3. Tvorba výkazu výměr

Tvorba výkazu je u obou druhů projektové dokumentace téměř stejná. U 2D a 3D modelování se však již upustilo od ručního počítání tvarovek a používá se výkaz výměr generovaný z programu. V 3D dokumentaci je akorát potřebné dbát na správné popsání všech prvků, aby byly správně spočítány. Přesnost počtu a délky je pak o mnoho lepší a značně klesne i doba vypracování této části projektové dokumentace. Finální podobu výkazu výměr je však nutné ve většině případů upravit. Zadání pracovních položek je pak u obou druhů dokumentace stejné, musí se vytvořit ručně v rozpočtářském programu.

4.4. Obsah výkresové části PD

4.4.1. 2D projektová dokumentace

Obsahem tohoto druhu projektové dokumentace jsou půdorysy jednotlivých podlaží s popisky, tabulkami místností a legendami. Dále je obsahem svislý rozvinutý řez u vodovodu a kanalizace. Tyto výkresy také obsahují popisky a legendy. Speciální výkres pro kanalizaci je rozvinutý řez svodného potrubí. Naopak pro vodovod je tu výkres izometrie potrubí. Oba výkresy s patřičnými popisky a legendami. Poslední dokumenty navazující přímo na projekt jsou výkazy výměr a hydraulické výpočty pro návrh dimenzí vodovodu.

V případě, že by byla praktická část této práce zpracována jako 2D dokumentace, obsahovala by přibližně 14 výkresů, což je méně než u 3D. Zde jsou výkresy jednodušší a méně rozsáhlé.

4.4.2. 3D projektová dokumentace

V této projektové dokumentaci jsou stejně jako v předchozí obsaženy 2D půdorysy taktéž s popisky (méně podrobnými než u 2D), tabulkou místností a legendami čar a zařizovacích předmětů. Jak je již zmíněno v přechozích částech práce, tento druh výkresů se zatím nedá vytvořit z 3D modelu.

Dále dokumentace obsahuje výkresy se statickými pohledy na 3D model, které jsou nejdůležitější částí tohoto druhu dokumentace. Na pohledech jsou velmi podrobně popsány veškeré armatury. Pro lepší orientaci a zobrazení složitých částí potrubí je obsahem dokumentace pohyblivý 3D model, na kterém je možné se na vymodelované potrubí podívat i z jiných úhlů. Ten však neobsahuje popisky. Stejně jako u 2D projektové dokumentace jsou i zde obsahem výkazy výměr a hydraulické výpočty.

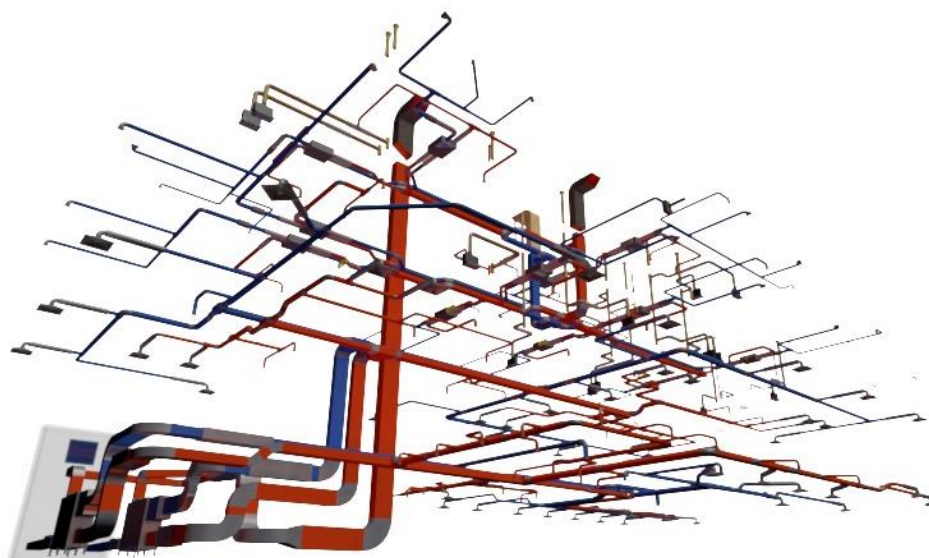
Výkresů je však v tomto druhu dokumentace více. Jsou více rozsáhlé a větší než pro 2D dokumentaci, protože musí být zachyceno vše důležité z modelu a je zde provedeno více pohledů na model. Myslím si, že větší rozsah výkresů není v tomto případě špatný, protože s nimi dostanete podrobnější a přesnější projekt s větším množstvím informací než v případě 2D dokumentace.

5. Závěrečné shrnutí

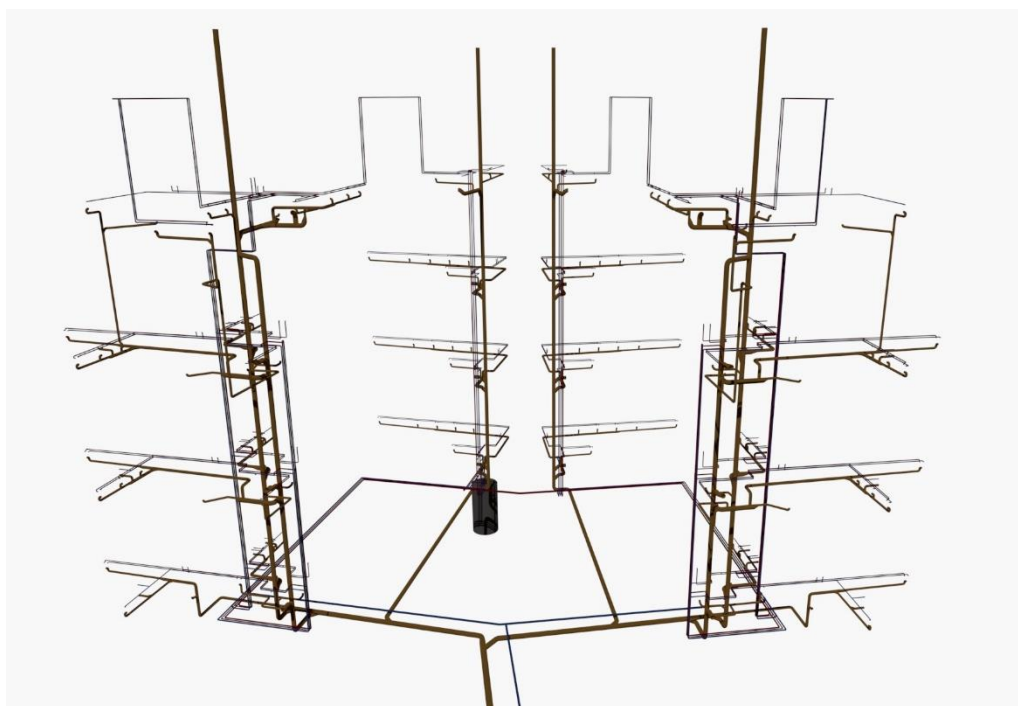
Po porovnání obou druhů projektové dokumentace jsem dospěl k následujícím informacím. 2D projektová dokumentace je dnes stále hojně používána, ale 3D projekce je to, kam postupně celý projekční obor směřuje. Proto je potřeba pomalu a ze získaných zkušeností vytvářet standardy pro obsahy jednotlivých projektů ve 3D. Zjistil jsem také, že 2D dokumentace obsahuje více kusů výkresů než 3D. Celkově je však více informací zachyceno na výkresech pro 3D projektovou dokumentaci.

2D projekce je podle mě vhodná pro nižší typy projektové dokumentace jako například dokumentace pro ohlášení stavby nebo pro stavební povolení. V těchto typech není nutná taková podrobnost. Rozvody zdravotní techniky jsou v těchto případech většinou jednoduché a při realizaci si firma vystačí i s 2D dokumentací. 3D projekce (zejména zdravotní techniky, ale i ostatních profesí TZB) je pro uvedené typy dokumentace až moc podrobná a je směřována spíše pro dokumentaci pro provádění stavby. V DPS je požadován přesný návrh vedení potrubí, a to 3D dokumentace splňuje ve všech směrech.

BIM projektování je rozhodně budoucnost našeho oboru, ale myslím, že to bude ještě nějakou chvíli trvat, než se stane běžnou součástí projekce. Musí se vše doladit jak po softwarové stránce, tak zajištěním potřebného vybavení a získáním projekčních zkušeností. Dále je zde výhoda modelování rozměrnějších potrubí, protože jsou více přehledná a je to projekt, který na pohled zaujme více. Jako například 3D projektová dokumentace vzduchotechniky kolegy Bc. Tomáše Tuháčka. Rozměry vzduchotechnického potrubí jsou větší než potrubí kanalizace a vody, které při pohledu na celý model vypadá místo 3D modelu spíše jako čárový.



Obrázek 24 - 3D model vzduchotechniky Bc. Tomáše Tuháčka



Obrázek 25 - vlastní 3D model zdravotní techniky

V této diplomové práci jsem se pokusil zachytit potřebný obsah 3D projektové dokumentace, která by měla odpovídat požadavků pro realizaci. Navržený obsah je doložen praktickou částí této práce, ve které se nacházejí i výše uvedené výkresy.

Myslím si, že pro jednoduché stavby je stále lepší a rychlejší používat 2D čárovou projekci. Pro složitější a větší stavby je však na druhou stranu lepší používat 3D projekci, která dokáže poskytnout přesnější informace o projektu. I po ukončení studia na FSV ČVUT v Praze bych se chtěl nadále tematikou 3D projekce zdravotní techniky i ostatních profesí ve své budoucí projekční praxi zabývat, vylepšovat ji a posouvat ji dále.

6. Seznam příloh

Příloha č. 1 – 3D projektová dokumentace – část ZTI

7. Seznam použité literatury

7.1. Normy

[1] ČSN 75 6760. Vnitřní kanalizace. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014, 52 s. Třídící znak 756760

[2] ČSN 75 5409. Vnitřní kanalizace. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013, 44 s. Třídící znak 755409

7.2. Obrázky

[Obrázek 1 a 2] Reference | David Vančurík – Projekce zdravotně technických a plynových instalací. David Vančurík – Projekce zdravotně technických a plynových instalací [online]. Copyright © [cit. 30.12.2020]. Dostupné z: <https://www.vancurik-zti.cz/reference.php>

[Obrázek 7 a 9] Fotogalerie k poptávce Instalace ZTI – kompletní rekonstrukce v řadovém domku • NejŘemeslníci.cz. NejŘemeslníci.cz - aby to dobře dopadlo [online]. Copyright © NejŘemeslníci.cz 2009 [cit. 30.12.2020]. Dostupné z: <https://www.nejremeslnici.cz/fotka/416493-instalace-zti-kompletni-rekonstrukce-v-radovem-domku>

[Obrázek 8 a 19] CADBIM.CZ | Revit | Rozvinuté řezy v Revitu. CADBIM.CZ | Portál nejen o BIM [online]. Copyright © Všechna práva vyhrazena [cit. 30.12.2020]. Dostupné z: <https://cadbim.cz/rozvinite-rezy-v-revitu/>

[Obrázek 10] Potrubí ZTI včetně výpočtů | CADKON. [online]. Copyright © CADKON [cit. 30.12.2020]. Dostupné z: <https://www.cadkon.eu/cz/potrubí-pro-zti.html>

[Obrázek 13] Projektová dokumentace vody s cirkulací snadno a rychle| tzbinfo. [online]. Copyright © Copyright Topinfo s.r.o. 2001-2021 [cit. 30.12.2020]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/priprava-teple-vody/17895-projektova-dokumentace-vody-s-cirkulaci-snadno-a-rychle-i>

8. Seznam obrázků

Obrázek 1 - Půdorys vodovodu	11
Obrázek 2 - Půdorys kanalizace.....	12
Obrázek 3 - Zakreslení popisků potrubí - vodovod	12
Obrázek 4 - Zakreslení popisků potrubí - kanalizace	13
Obrázek 5 - Popisky na pravé straně výkresů.....	14
Obrázek 6 - Poznámky uvedené na každém výkresu	15
Obrázek 7 - Zakreslení odbočky pomocí tečkované čáry.....	15
Obrázek 8 - Rozvinutý řez - kanalizace.....	17
Obrázek 9 - Rozvinutý řez - kanalizace.....	17
Obrázek 10 - Izometrie vodovodu	18
Obrázek 11 - Ruční výpočet kanalizace	19
Obrázek 12 - Ruční výpočet vodovodu	20
Obrázek 13 - Programový výpočet vodovodu	20
Obrázek 14 - Vzorový výkaz výměr - kanalizace.....	21
Obrázek 15 - Zakreslení popisků potrubí - vodovod	24
Obrázek 16 - Zakreslení popisků potrubí - kanalizace	25
Obrázek 17 - Popisky na pravé straně výkresů.....	25
Obrázek 18 - Poznámky uvedené na každém výkresu	26
Obrázek 19 - 3D pohled z Revitu	27
Obrázek 20 - 3D pohled z ArchiCADu - vodovod	28
Obrázek 21 - 3D pohled z ArchiCADu - kanalizace	28
Obrázek 22 - Pohled na část 3D modelu z BIM prohlížeče.....	29
Obrázek 23 - Výkaz výměr vytvořený programem	31
Obrázek 24 - 3D model vzduchotechniky Bc. Tomáše Tuháčka	36
Obrázek 25 - vlastní 3D model zdravotní techniky	36