Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та природокористування
Кафедра водопостачання, водовідведення та бурової справи

03 – 05 – 48

Методичні вказівки

до виконання практичних занять з розділу

«Комп'ютерні технології розрахунку систем водовідведення за допомогою SewerGEMS»

дисципліни «**Комп'ютерні технології розрахунку систем водопостачання і водовідведення**»

для студентів напряму підготовки 6.060101 «Будівництво», професійного спрямування «Водопостачання та водовідведення», денної та заочної форм навчання

Рекомендовано до друку методичною комісією напряму 6.060101 «Будівництво».

Протокол №1 від 28.10.2014 р.

Рівне 2014

Національний університет водного господарства та природокористування

Методичні вказівки до виконання практичних занять з розділу «Комп'ютерні технології розрахунку систем водовідведення за допомогою SewerGEMS» дисципліни «Комп'ютерні технології розрахунку систем водопостачання і водовідведення» для студентів напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» фахового спрямування «Водопостачання та водовідведення» денної та заочної форм навчання / В. М. Россінський, Рівне: НУВГП, 2014. – 35 с.

Упорядник: Россінський В. М., канд. техн. наук, ст. викладач кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи

Відповідальний за випуск: Орлов В. О., доктор техн. наук, професор, завідувач кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи

Національний університет водного господарства та природокористування

ЗМІСТ

Передмова …….. 3
1 **Практична робота №4.** Знайомство з програмним комплексом SewerGEMS для комп'ютерного розрахунку систем водовідведення …….. 3
2 **Практична робота № 5.** Розрахунок систем водовідведення та побудова профілів в програмному комплексі SewerGEMS…... . 9
3 **Практична робота № 6.** Оцінка зміни гідравлічних параметрів систем водовідведення при реновації їх трубопроводів із різних матеріалів …… 20
Література …… 35

© Россінський В. М., 2014
© НУВГП, 2014

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Передмова

Метою дисципліни «Комп'ютерні технології розрахунку систем водопостачання і водовідведення» є ознайомлення студентів із основами технологій розрахунку систем водопостачання і водовідведення за допомогою сучасних прикладних комп'ютерних комплексів.

Основними завданнями розділу «Комп'ютерні технології розрахунку систем водовідведення за допомогою SewerGEMS» дисципліни «Комп'ютерні технології розрахунку систем водопостачання та водовідведення» є відпрацювання студентами технологій комп'ютерних розрахунків:

- систем водовідведення за допомогою комп'ютерних прикладних комплексів;
- аналізу витратних параметрів мереж водовідведення з умови врахування попутних, зосереджених витрат стічних вод в розрахункових вузлах;
- оцінки гідродинамічних режимів роботи систем водовідведення при повній та частковій реновації їх труб.

У Методичних вказівках наведені рекомендації і завдання для практичних робіт, самостійної та індивідуальної (розрахунково-графічної, контрольної) роботи студентів, перелік рекомендованої навчально-методичної літератури.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Практична робота №4
Знайомство з програмним комплексом SewerGEMS для комп'ютерного розрахунку систем водовідведення населених пунктів

Мета роботи: Ознайомлення з функціональними можливостями програмного комплексу SewerGEMS для розрахунку систем водовідведення населених пунктів. Відпрацювання основних прийомів та принципів створення проектів з розрахунку систем водовідведення, нанесення основних елементів каналізаційних мереж, їх з'єднання та задання їх основних параметрів за допомогою програмного комплексу SewerGEMS.

Завдання: Відповідно до ситуаційного плану населеного пункту з багатоповерховою зоною забудови здійснити трасування каналізаційної мережі та виконати відповідні маркування її елементів (рис. 1) за допомогою програмного комплексу SewerGEMS.

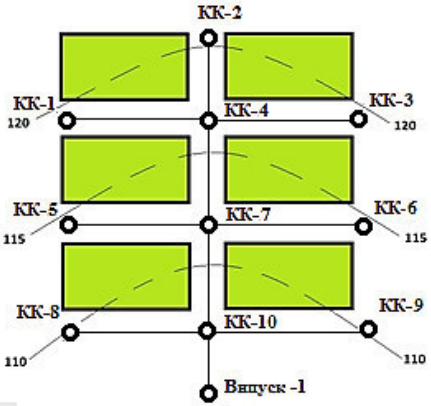


Рис. 1. Ситуаційний план населеного пункту з протрасованою каналізаційною мережею

Порядок виконання практичної роботи:

Завантаживши програму SewerGEMS (рис. 2), необхідно виконати налаштування програмного комплексу під потреби проектанта.

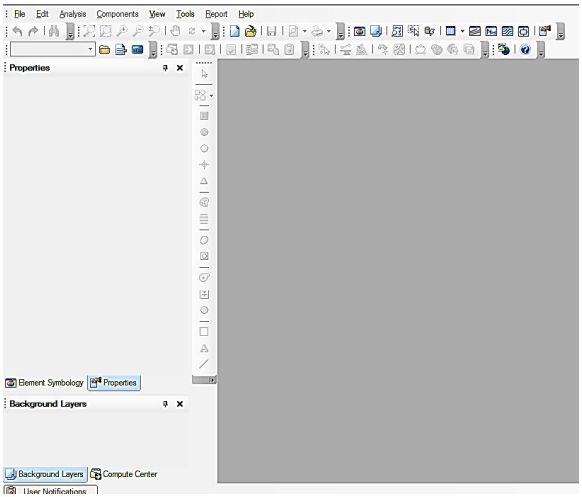


Рис. 2

1. Створюємо новий проект (рис. 3) за допомогою комбінації клавіш ***Ctrl+N***.

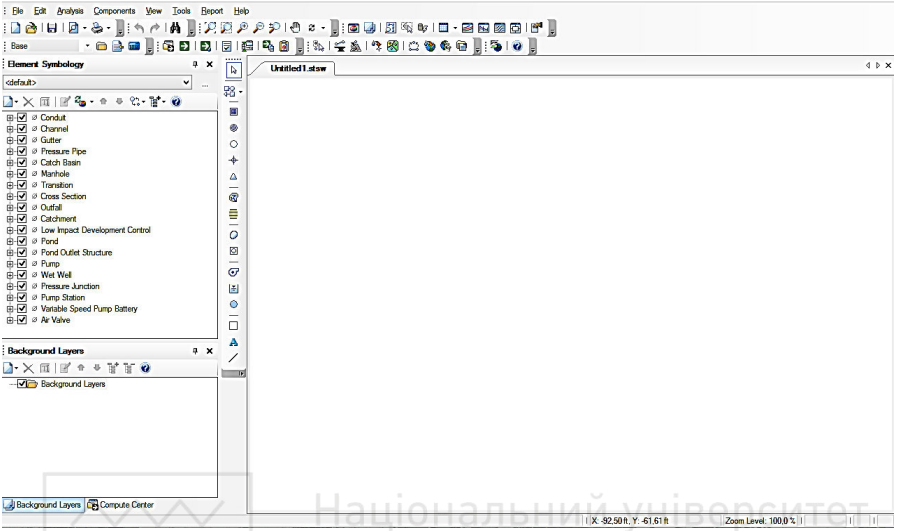


Рис. 3

2. Натискаючи команди на панелі інструментів ***Tools – Options*** відкриваємо вікно базових налаштувань проекту (рис. 4).

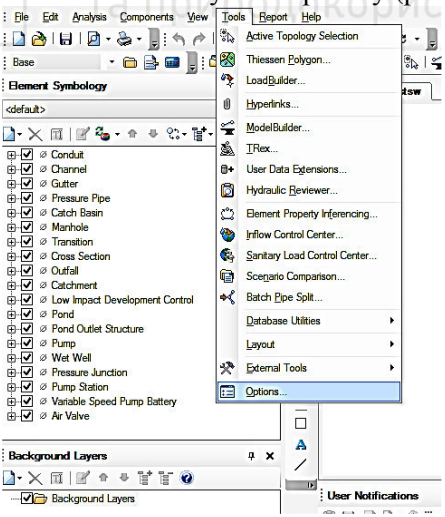


Рис. 4

3. На вкладці вікна (рис. 5) базових налаштувань проекту **Drawing** вказуємо масштаб для відображення символів елементів

систем водовідведення рівний 10. Масштаб для відображення маркування текстом символів елементів систем водовідведення приймаємо рівним 10. Масштаб для відображення системи водовідведення приймаємо 1:500, вказуючи відповідно масштабний фактор 5 м.

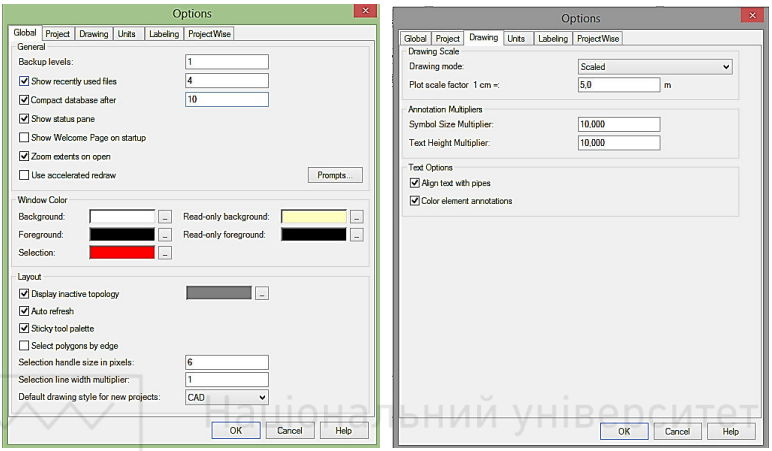


Рис. 5

4. На вкладці **Units** (рис. 6) вибираємо систему одиниць виміру SI.

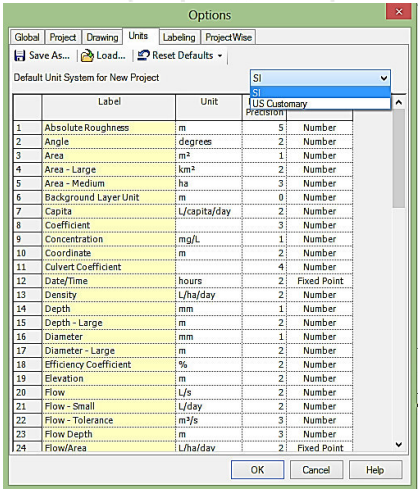


Рис. 6

Натискаючи на кнопку **Reset Defaults** - приймаємо вибір SI (Рис. 7).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

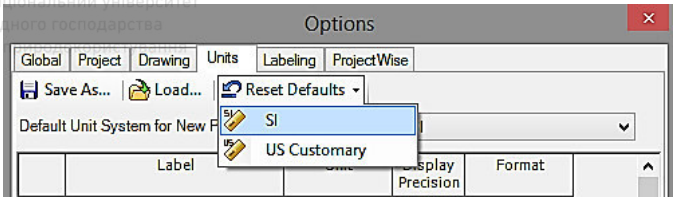


Рис. 7

5. На вкладці **Labeling** (рис. 7) в комірках **Prefix** змінюємо маркування для:

Безнапірних труб	СО -		Труб -
Колодязів	МН -		КК -
Випусків стічних вод	СО -		Випуск -

6. Вибираючи на панелі інструментів Шари (**Layout**) команду **Manhole** (рис. 8) розташовуємо на робочій області необхідну кількість каналізаційних колодязів (рис. 9).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Рис. 8

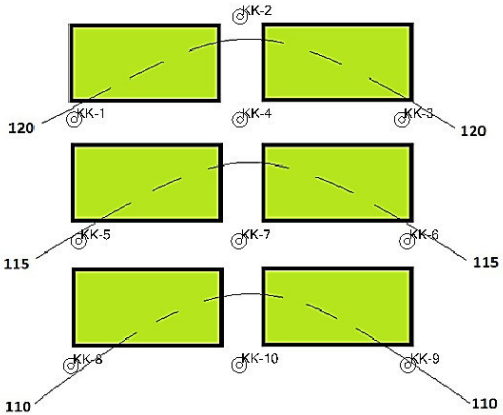


Рис. 9

Національний університет
водного господарства
та природокористування

7. Натисканням на панелі інструментів Шари (**Layout**) вибираємо команду **Outfall** (рис. 11) наносимо на робочу область випуск стічних вод.

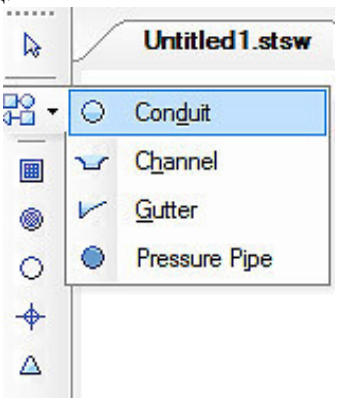


Рис. 10

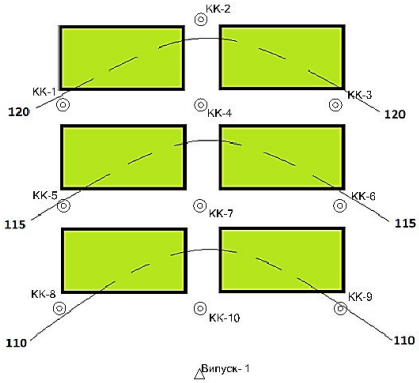


Рис. 11

8. Натисканням на панелі інструментів Шари (**Layout**) команду **Conduit** (рис. 12) з'єднуємо нанесені каналізаційні колодязі трубами.

Правку розміщення тексту при маркуванні трубопроводів можна здійснити виділенням необхідного тексту та натисканням правою клавішею мишки вибрати функцію Rotate – повернути текст в необхідному напрямі.

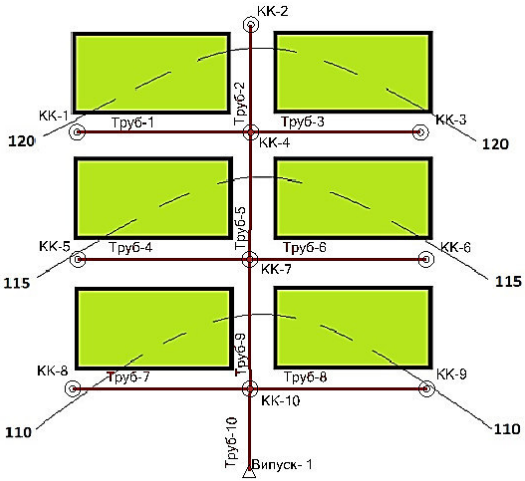


Рис. 12

Національний університет водного господарства та природокористування

Практична робота № 5
Розрахунок систем водовідведення та побудова профілів в програмному комплексі SewerGEMS

Завдання: Відповідно до розрахункової схеми каналізаційної мережі населеного пункту (рис. 12) за допомогою програмного комплексу SewerGEMS виконати її гідравлічний розрахунок, враховуючи основні параметри елементів мережі (табл. 1, 2, 3).

Алгоритм виконання роботи:

1. Після нанесення необхідних елементів розрахункової каналізаційної мережі (рис. 12), необхідно задати значення попутних витрат стічних вод, що віднесені до розрахункових вузлів каналізаційної мережі, відповідно до першої цифри шифру із табл. 1.

Таблиця 1

Попутна витрата стічних вод віднесена до розрахункового каналізаційного колодязя, л/с

І-ша цифра шифру / Колодязь	0	1	2	3	4	5	6	7	8
КК - 1	10	19	18	17	16	15	14	13	12
КК – 2	19	18	17	16	15	14	13	12	11
КК – 3	18	17	16	15	14	13	12	11	12
КК – 4	17	16	15	14	13	12	11	12	13
КК – 5	16	15	14	13	12	11	12	13	14
КК – 6	15	14	13	12	11	12	13	14	15
КК – 7	14	13	12	11	12	13	14	15	16
КК – 8	13	12	11	12	13	14	15	16	17
КК – 9	12	11	12	13	14	15	16	17	18
КК – 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Випуск – 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2. Вибравши команду **Demand Control Center** та виконавши ініціалізування каналізаційних колодязів (рис. 13) вносимо, відповідно до табл. 2, значення необхідних попутних витрат стічних вод, що розрахунково віднесені до них (рис. 20).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

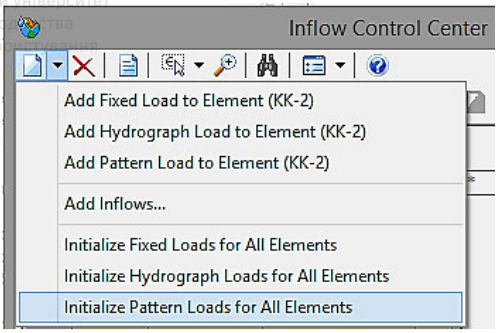
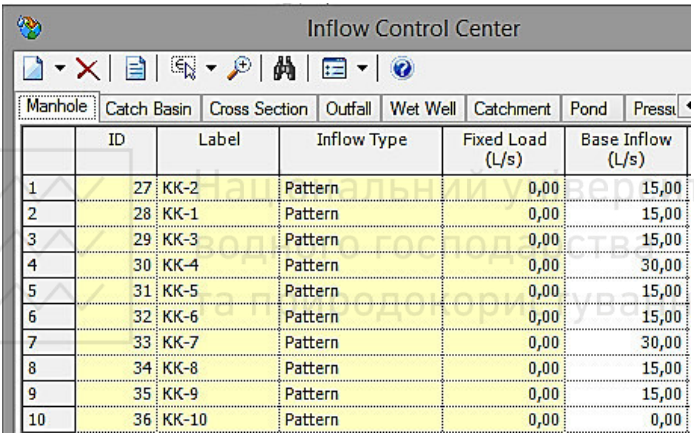


Рис. 13



	ID	Label	Inflow Type	Fixed Load (L/s)	Base Inflow (L/s)
1	27	KK-2	Pattern	0,00	15,00
2	28	KK-1	Pattern	0,00	15,00
3	29	KK-3	Pattern	0,00	15,00
4	30	KK-4	Pattern	0,00	30,00
5	31	KK-5	Pattern	0,00	15,00
6	32	KK-6	Pattern	0,00	15,00
7	33	KK-7	Pattern	0,00	30,00
8	34	KK-8	Pattern	0,00	15,00
9	35	KK-9	Pattern	0,00	15,00
10	36	KK-10	Pattern	0,00	0,00

Рис. 14

3. Здійснивши перехід **Report – Elements Tables – Manhole** (рис. 15), вносимо конструктивні параметри колодязів каналізаційної мережі (рис. 16), відповідно до значень з таблиці 2.

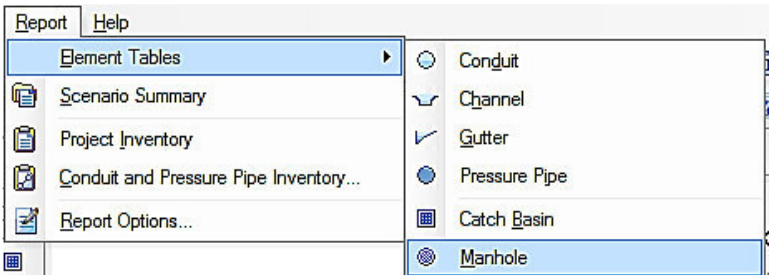


Рис. 15

FlexTable: Manhole Table (Untitled1.stsw)

	ID	Label	Elevation (Ground) (m)	Set Rim to Ground Elevation?	Elevation (Rim) (m)	Bolted Cover?	Elevation (Invert) (m)	Inflow (Collec
27: KK-2	27	KK-2	119,00	☑	119,00	☐	117,00	<Collecti
28: KK-1	28	KK-1	122,00	☑	122,00	☐	120,00	<Collecti
29: KK-3	29	KK-3	119,00	☑	119,00	☐	117,00	<Collecti
30: KK-4	30	KK-4	117,00	☑	117,00	☐	115,20	<Collecti
31: KK-5	31	KK-5	115,00	☑	115,00	☐	113,00	<Collecti
32: KK-6	32	KK-6	114,00	☑	114,00	☐	112,00	<Collecti
33: KK-7	33	KK-7	113,00	☑	113,00	☐	111,00	<Collecti
34: KK-8	34	KK-8	111,00	☑	111,00	☐	108,00	<Collecti
35: KK-9	35	KK-9	110,00	☑	110,00	☐	108,00	<Collecti
36: KK-10	36	KK-10	107,00	☑	107,00	☐	105,00	<Collecti

Рис. 16

Таблиця 2

Конструктивні параметри каналізаційних колодязів розрахункової мережі

II-га цифра шифру	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Каналізаційний колодязь	Абсолютна позначка землі/лотка, м								
КК - 1	122/120	122/119	122/120	122/120	122/120	122/120	122/119	122/120	122/118
КК – 2	119/117	119/116	119/117	119/117	119/117	119/117	119/118	119/117	119/117
КК – 3	119/117	119/115	119/117	119/117	119/117	119/116	119/117	119/115	119/116
КК – 4	117/115	117/114	117/115	117/115	117/115	117/115	117/115	117/115	117/115
КК – 5	115/113	115/113	115/113	115/113	115/114	115/114	115/113	115/114	115/113
КК – 6	114/112	114/112	114/111	114/112	114/112	114/112	114/112	114/112	114/112
КК – 7	113/111	113/111	113/110	113/111	113/110	113/111	113/111	113/111	113/110
КК – 8	111/109	111/109	111/109	111/109	111/109	111/109	111/109	111/109	111/109
КК – 9	110/108	110/108	110/108	110/108	110/108	110/108	110/108	110/108	110/108
КК – 10	107/105	107/105	107/105	107/105	107/104	107/105	107/105	107/105	107/105
Випуск – 1	105/103	105/101	105/102	105/103	105/103	105/102	105/103	105/101	105/102

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Таблиця 3

Конструктивні параметри труб розрахункової каналізаційної мережі

ІІ-га цифра шифру	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Ділянка мережі	діаметр, мм								
Труб - 1	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Труб - 2	200	300	200	200	200	200	200	200	300
Труб - 3	200	300	300	200	200	200	200	200	300
Труб - 4	200	300	300	200	200	200	200	200	300
Труб - 5	200	300	300	300	200	200	300	200	300
Труб - 6	200	300	300	300	300	200	300	200	300
Труб - 7	200	300	300	300	300	200	300	300	300
Труб - 8	500	500	500	500	600	500	500	500	500
Труб - 9	500	500	500	500	600	600	500	500	600
Труб - 10	500	500	500	500	600	600	600	600	600

4. Здійснивши перехід **Report – Elements Tables – Conduit** (рис. 17), вносимо конструктивні параметри безнапірних трубопроводів каналізаційної мережі (рис. 18), відповідно до значень з таблиці 3.

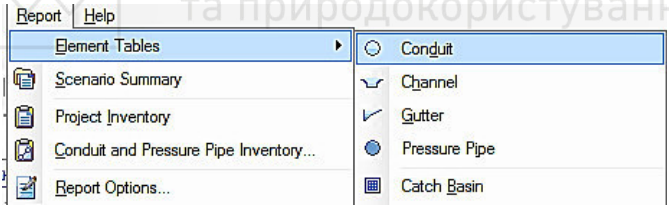
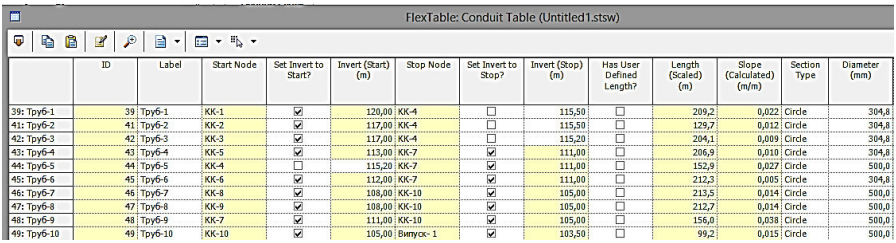


Рис. 17



FlexTable: Conduit Table (Untitled1.stsw)

	ID	Label	Start Node	Set Invert to Start?	Invert (Start) (m)	Stop Node	Set Invert to Stop?	Invert (Stop) (m)	Has User Defined Length?	Length (Scaled) (m)	Slope (Calculated) (m/m)	Section Type	Diameter (mm)
39: Труб-1	39	Труб-1	KK-1	☑	120,00	KK-4	☐	115,50	☐	209,2	0,022	Circle	304,8
41: Труб-2	41	Труб-2	KK-2	☑	117,00	KK-4	☐	115,50	☐	129,7	0,012	Circle	304,8
42: Труб-3	42	Труб-3	KK-3	☑	117,00	KK-4	☐	115,20	☐	204,1	0,009	Circle	304,8
43: Труб-4	43	Труб-4	KK-5	☑	113,00	KK-7	☑	111,00	☐	206,9	0,010	Circle	304,8
44: Труб-5	44	Труб-5	KK-4	☐	115,20	KK-7	☑	111,00	☐	152,9	0,027	Circle	500,0
45: Труб-6	45	Труб-6	KK-6	☑	112,00	KK-7	☑	111,00	☐	212,3	0,005	Circle	304,8
46: Труб-7	46	Труб-7	KK-8	☑	108,00	KK-10	☑	105,00	☐	213,5	0,014	Circle	500,0
47: Труб-8	47	Труб-8	KK-9	☑	108,00	KK-10	☑	105,00	☐	212,7	0,014	Circle	500,0
48: Труб-9	48	Труб-9	KK-7	☑	111,00	KK-10	☑	105,00	☐	156,0	0,038	Circle	500,0
49: Труб-10	49	Труб-10	KK-10	☑	105,00	Випуск- 1	☑	103,50	☐	99,2	0,015	Circle	500,0

Рис. 18

5. Натискаючи двічі по значку **Випуск-1** на робочому полі (рис. 19) задаємо абсолютну відмітку рівня землі, відмітку випуску стічних вод, тип випуску стічних вод.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

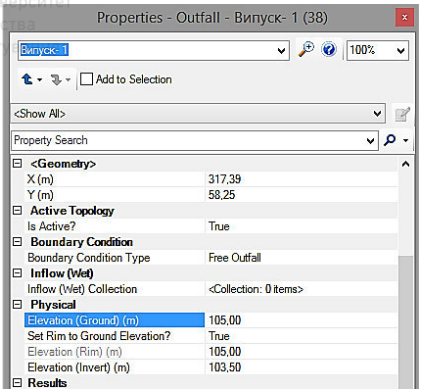


Рис. 19

6. Задавши необхідні характеристики безнапірних труб, каналізаційних колодязів і значення попутних, зосереджених витрат стічних вод переходять до виконання гідравлічного розрахунку каналізаційної мережі.

Натискаючи задаємо вихідні параметри для розрахунку каналізаційної мережі (рис. 20).

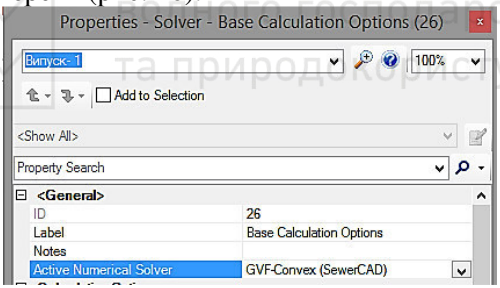


Рис. 20

7. Вибираючи функцію розрахунок (***Compute***) (рис. 21) - проводимо комп'ютерний гідравлічний розрахунок каналізаційної мережі.

Рис. 21

Якщо в результаті комп'ютерного розрахунку вікно **User Notification** залишається пустим, при цьому відсутні будь-які

Національний університет водного господарства та природокористування

сповіщення про помилки в розрахункових каналізаційних колодязях чи на ділянках мережі – попередній розрахунок вважається завершеним.

В результаті виконаного комп'ютерного розрахунку на схемі каналізаційної мережі відобразиться маркування напрямків руху води по ділянкам (рис. 22).

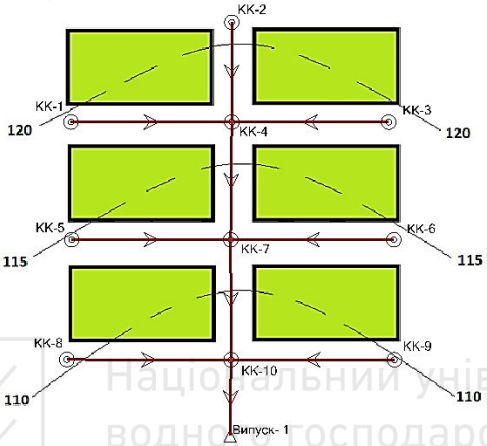


Рис. 22

8. Проектантам потрібно слідкувати за допустимими швидкостями руху стічних вод і за наповненням труб (**Report – Elements Tables – Conduit**) (рис. 23).

FlexTable: Conduit Table (Current Time: 0,000 hours) (Untitled1.stsw)

	Has User Defined Length?	Length (Scaled) (m)	Slope (Calculated) (m/m)	Section Type	Diameter (mm)	Manning's n	Velocity (m/s)	Depth (Middle) (m)	Capacity (Full Flow) (L/s)	Flow / Capacity (Design) (%)
39: Труб-1	☐	209,2	0,022	Circle	304,8	0,013	1,30	0,08	147,95	10,1
41: Труб-2	☐	129,7	0,012	Circle	304,8	0,013	1,04	0,08	108,50	13,8
42: Труб-3	☐	204,1	0,009	Circle	304,8	0,013	0,95	0,14	94,60	15,9
43: Труб-4	☐	206,9	0,010	Circle	304,8	0,013	0,99	0,17	99,19	15,1
44: Труб-5	☐	152,9	0,027	Circle	500,0	0,013	2,15	0,22	626,14	12,0
45: Труб-6	☐	212,3	0,005	Circle	304,8	0,013	0,76	0,17	69,24	21,7
46: Труб-7	☐	213,5	0,014	Circle	500,0	0,013	1,06	0,18	447,62	3,4
47: Труб-8	☐	212,7	0,014	Circle	500,0	0,013	1,06	0,18	448,44	3,3
48: Труб-9	☐	156,0	0,038	Circle	500,0	0,013	2,87	0,26	740,54	18,2
49: Труб-10	☐	99,2	0,015	Circle	500,0	0,013	2,16	0,24	464,41	35,5

Рис. 23

9. За необхідності маркування ділянок мережі кольорами за швидкістю та маркування із зазначенням числових значень витрати, швидкості руху води в трубопроводах мережі – виконують налаштування маркерів.

Натискаючи по маркеру Трубопровід (**Conduit**) і клацаючи правою кнопкою миші на **Label**, проводять вибір функції редагування **Edit** (рис. 24).

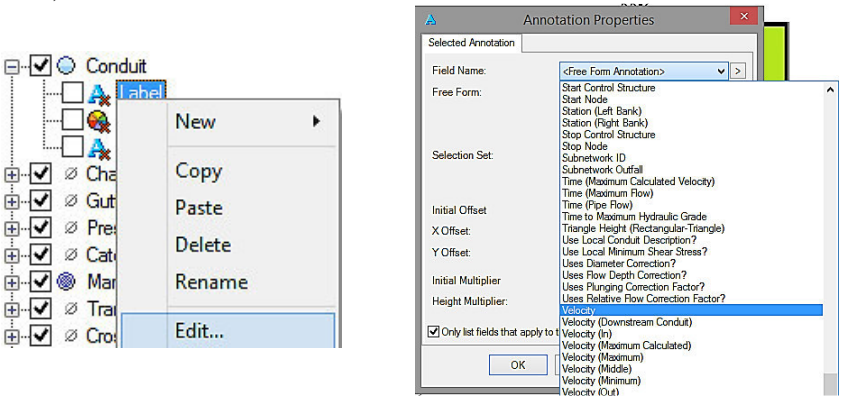


Рис. 24

У відкрившомуся вікні проводять вибір параметра, значення якого необхідно відобразити поруч із всіма трубопроводами мережі (наприклад швидкість руху стічної води - ***Velosity***). Значення ***суфіксу*** в таблиці замінюють на розмірність ***м/с***. Змінюючи значення ***X Offset*** та ***Y Offset*** можна задати розташування написів параметра по відношенню до центру труби (рис. 25).

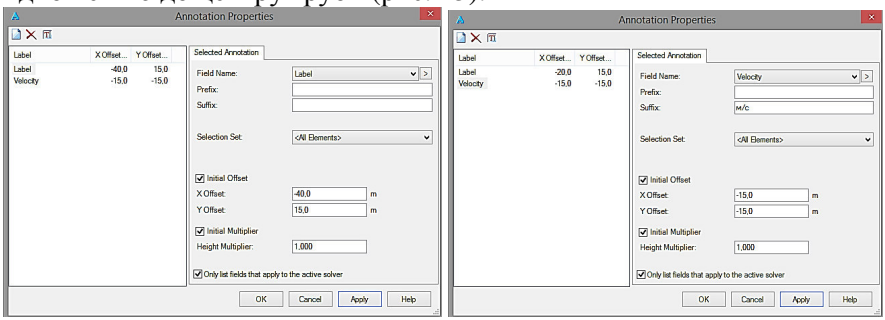


Рис. 25

Натискаючи **ОК** – на робочій схемі каналізаційної мережі буде відображено написами швидкості руху стічної води на кожній із ділянок мережі (рис. 26).

Національний університет
водного господарства
та природокористування

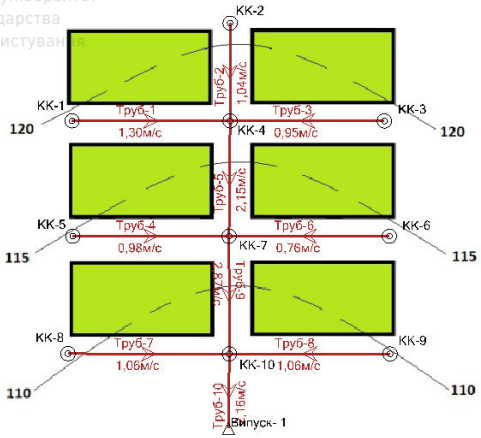


Рис. 26

10. Для відображення маркування трубопроводів різними кольорами в залежності від швидкості руху стічної води в них, натискають правою клавішою миші по **Conduit** на інструментальній панелі **Element Symbology** та здійснюють вибір пункту **Color Coding** (рис. 27).

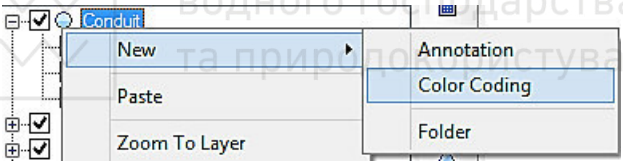


Рис. 27

У вікні, що відкрилось, вибираємо параметр з багаторівневого меню **Field Name** (наприклад, **Velocity** - швидкість) (рис. 28).

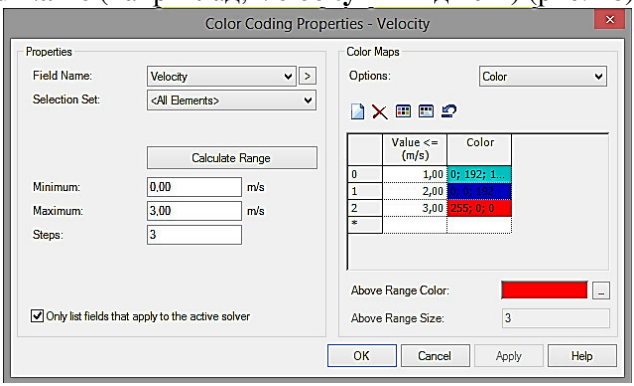


Рис. 28

Задаємо мінімальні та максимальні рівні швидкості для яких буде відображена зміною кольорів каналізаційна мережа (мінімальний рівень – 0 м/с, максимальний рівень – 3 м/с) (рис. 29).

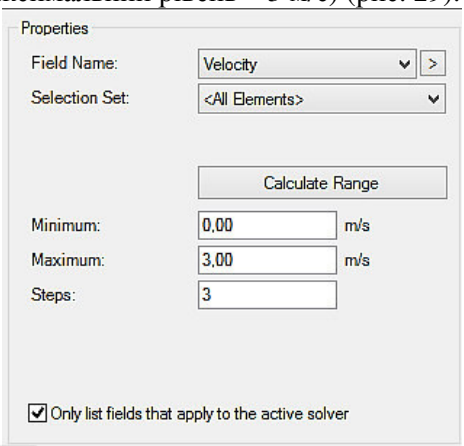


Рис. 29

Натискаючи лівою клавішею миші по кнопці **Initialize** в блоці **Color Maps** запускаємо майстер розподілу кольорової гами за рівнями швидкостей руху води в трубах каналізаційної мережі (рис. 30). Видаляючи проміжні значення граничних швидкостей, залишаємо три рівня швидкостей руху води в трубах мережі (**1-ий рівень** до 1 м/с, **2-ий рівень** від 1 м/с до 2 м/с, **3-ій рівень** від 2 м/с до 3 м/с).

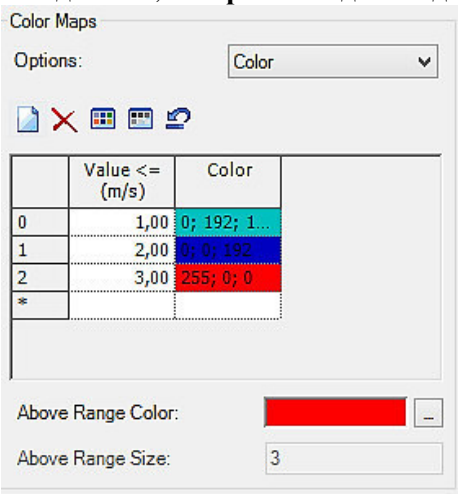


Рис. 30

Задавши параметр швидкості руху стічних вод та їх рівні отримуємо маркування різними кольорами трубопроводів мережі (рис. 31).

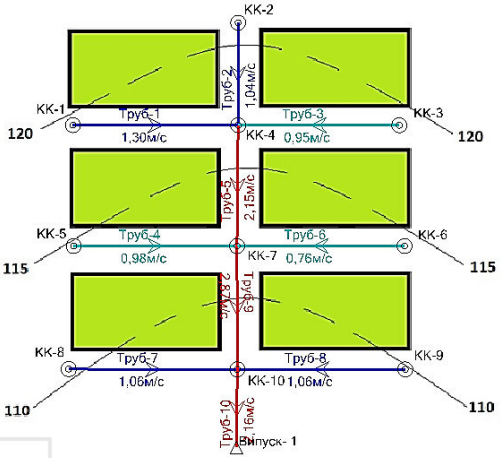


Рис. 31

11. Для побудови профілю розрахованої каналізаційної мережі слід на інструментальній панелі, натисканням лівою клавішею миші, вибирати **Profiles** (рис. 32).

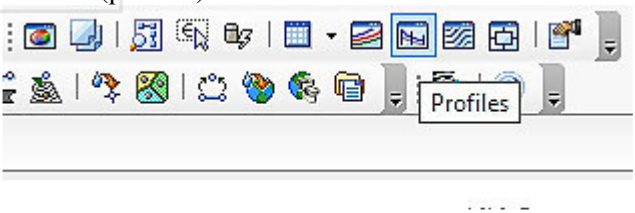


Рис. 32

Створюють новий пункт профілю натисканням на іконці **New** (рис. 33).

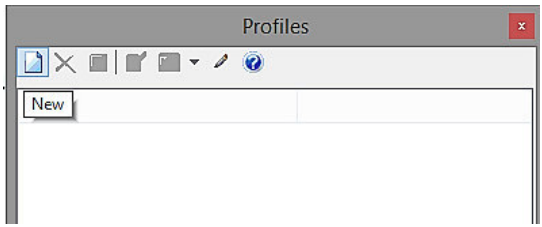


Рис. 33

У вікні, що відкрилось, для задання контрольних точок каналізаційної мережі, за якими буде побудовано профіль, натискають **Select From Drawing** (рис. 34).

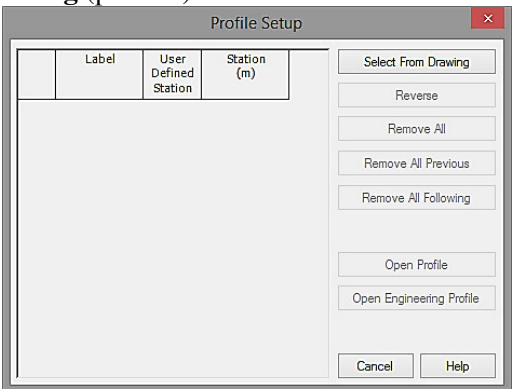


Рис. 34

Задаємо контрольні точки каналізаційної мережі, по яким буде побудовано профіль, маркуючи лівою клавішею миші елементи мережі (каналізаційні колодязі) (рис. 35). Після вибору контрольних точок мережі, ділянка, за якою буде побудовано профіль, відобразиться з вузлами певного визначеного кольору. При цьому з'явиться вікно із зазначенням вибраних елементів ділянки для побудови профілю (рис. 36).

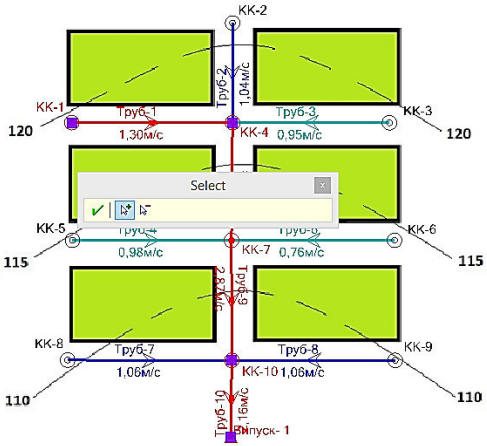


Рис. 35

Національний університет
водного господарства
та природокористування

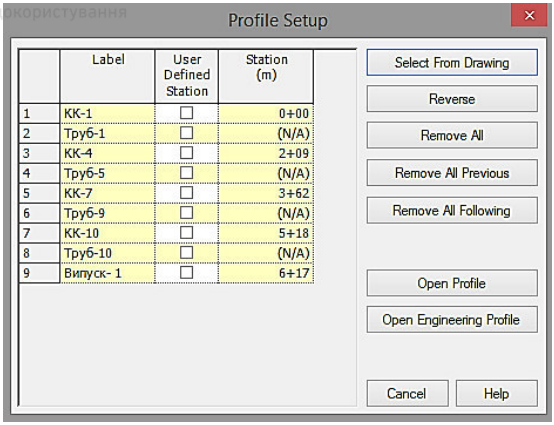


Рис. 36

Натискаючи на кнопку **Open Profile** (рис. 36) – відкриється вікно із побудованим профілем (рис. 37).

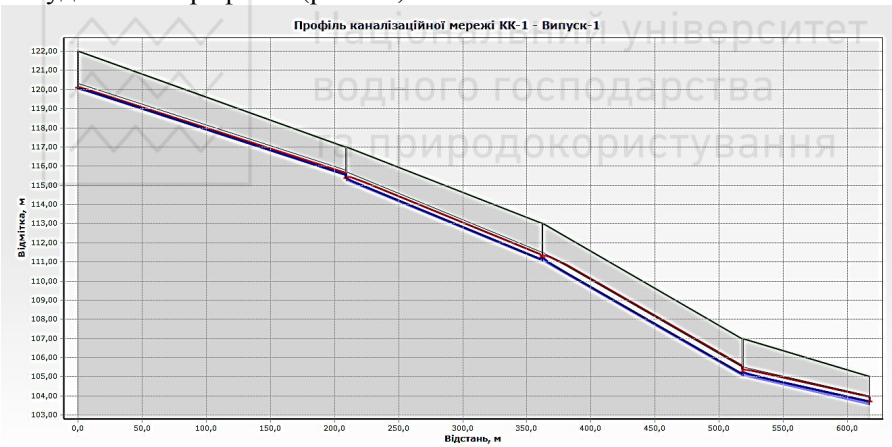


Рис. 37

Практична робота № 6
Оцінка зміни гідравлічних параметрів систем водовідведення при реновації їх трубопроводів із різних матеріалів

Завдання: Відповідно до ситуаційного плану населеного пункту з багатоповерховою зоною забудови (рис. 38) виконати трасування каналізаційної мережі та її гідравлічний розрахунок, враховуючи

параметри елементів мережі (табл. 4, 5), за допомогою SewerGEMS. Виконати оцінку зміни гідравлічних параметрів роботи каналізаційної мережі при реновації її трубопроводів із різних матеріалів.

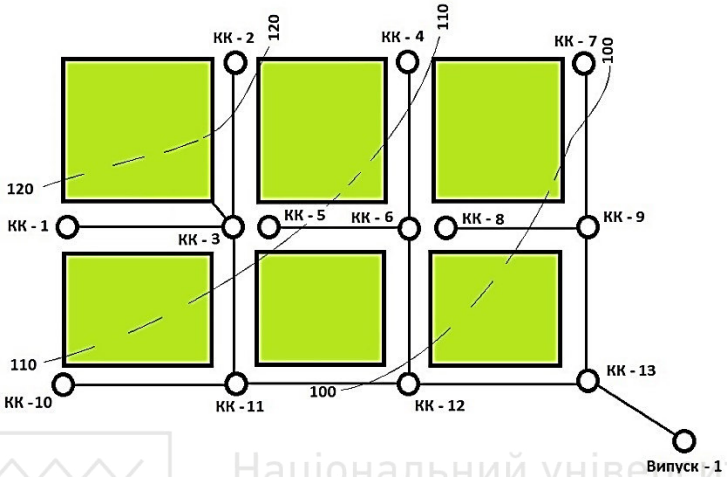


Рис. 38. Ситуаційний план населеного пункту з протрасованою каналізаційною мережею

Порядок виконання практичної роботи:

1. Створюємо новий проект (**Ctrl+N**).
2. Натискаючи правою кнопкою миші по папці **Background Layers** в меню **Background Layers** здійснюємо перехід **New – File** (рис. 39). Вибираємо файл зображення ситуаційного плану населеного пункту.

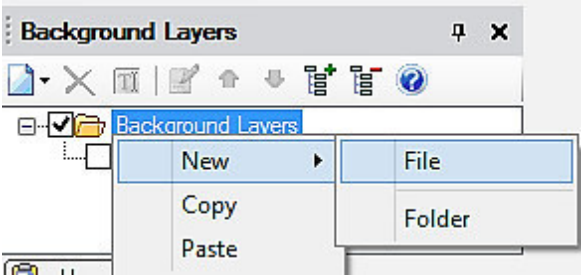


Рис. 39

3. Після вибору файлу зображення ситуаційного плану населеного пункту задаємо одиницю виміру масштабу відносно

розширення зображення у пікселях (771 x 544), яку приймемо в метрах (м) (рис. 40).

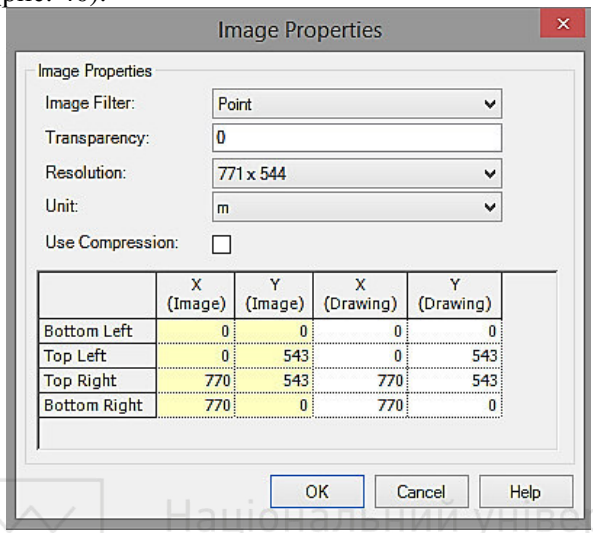


Рис. 40

4. Натискаючи **ОК** у відкритому вікні (рис. 40) та вибираючи команду на функціональній панелі Zoom Extents - здійснюємо відображення ситуаційного плану на всю робочу область проекту.

5. Після переходу **Tools – Options**, задаємо **Symbol Size Multiplier** – 8, **Text Height Multiplier** – 8, з масштабом для друку **1:500** (рис. 41).

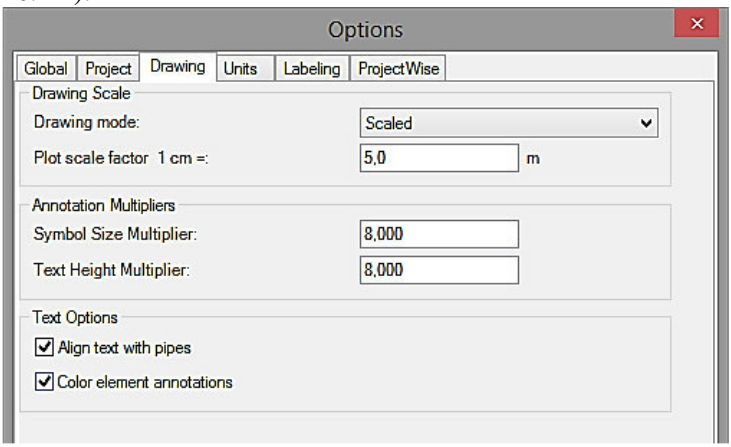
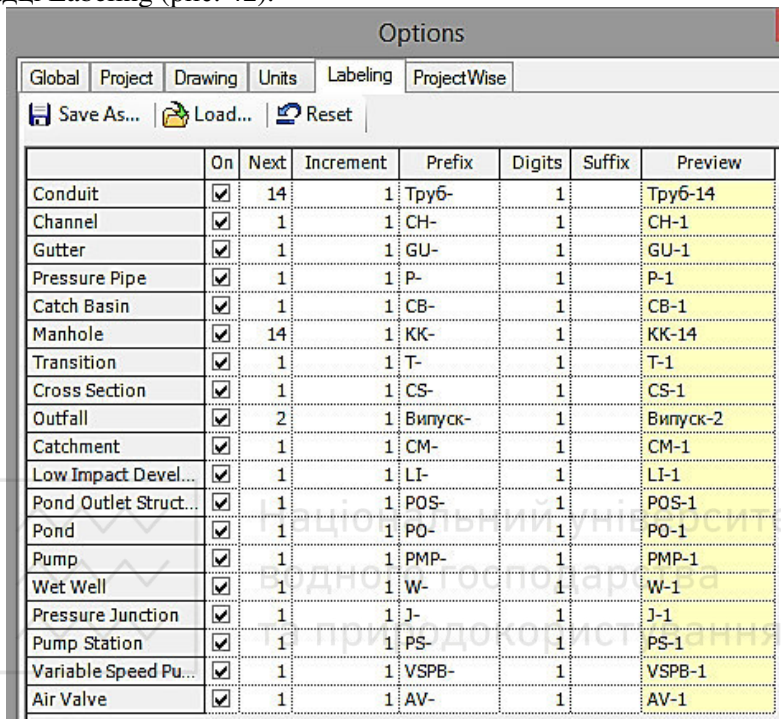


Рис. 41

6. Змінюємо маркування елементів каналізаційної мережі у вкладці Labeling (рис. 42).



	On	Next	Increment	Prefix	Digits	Suffix	Preview
Conduit	☑	14	1	Труб-	1		Труб-14
Channel	☑	1	1	CH-	1		CH-1
Gutter	☑	1	1	GU-	1		GU-1
Pressure Pipe	☑	1	1	P-	1		P-1
Catch Basin	☑	1	1	CB-	1		CB-1
Manhole	☑	14	1	KK-	1		KK-14
Transition	☑	1	1	T-	1		T-1
Cross Section	☑	1	1	CS-	1		CS-1
Outfall	☑	2	1	Випуск-	1		Випуск-2
Catchment	☑	1	1	CM-	1		CM-1
Low Impact Devel...	☑	1	1	LI-	1		LI-1
Pond Outlet Struct...	☑	1	1	POS-	1		POS-1
Pond	☑	1	1	PO-	1		PO-1
Pump	☑	1	1	PMP-	1		PMP-1
Wet Well	☑	1	1	W-	1		W-1
Pressure Junction	☑	1	1	J-	1		J-1
Pump Station	☑	1	1	PS-	1		PS-1
Variable Speed Pu...	☑	1	1	VSPB-	1		VSPB-1
Air Valve	☑	1	1	AV-	1		AV-1

Рис. 42

7. Вибираючи на панелі інструментів Шари (**Layout**) команду **Manhole** (рис. 43), розташовуємо на робочій області необхідну кількість каналізаційних колодязів (рис. 44).

Рис. 43

Національний університет
водного господарства
та природокористування

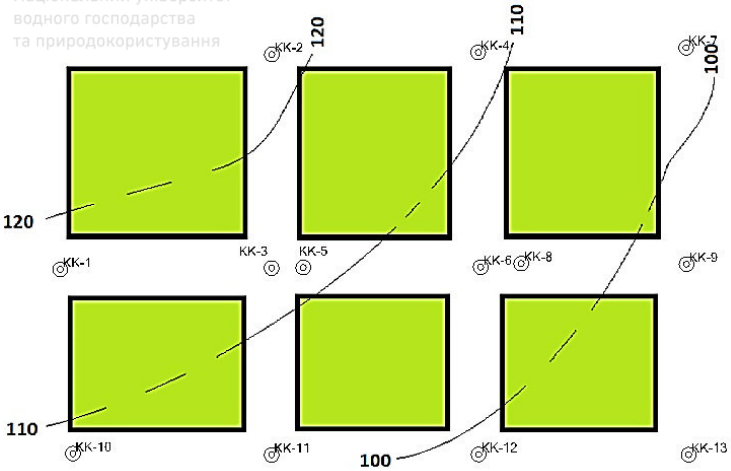


Рис. 44

8. Натисканням на панелі інструментів Шари (**Layout**) вибираємо команду **Outfall** (рис. 45) і наносимо на робочу область випуск стічних вод.

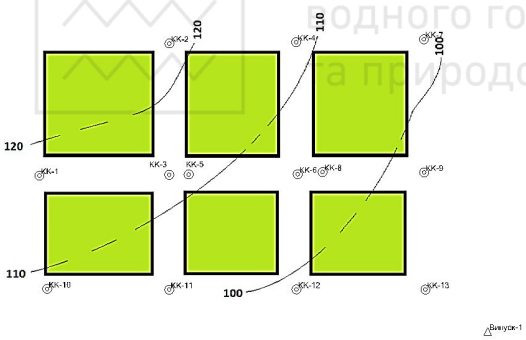


Рис. 45

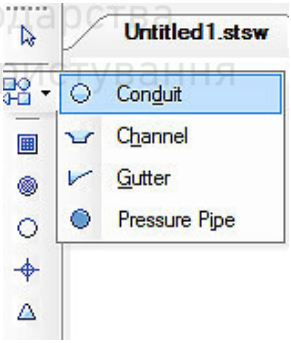


Рис. 46

9. Натисканням на панелі інструментів Шари (**Layout**) команду **Conduit** (рис. 46) з’єднуємо нанесені каналізаційні колодязі трубами (рис. 47).

Правку розміщення тексту при маркуванні трубопроводів можна здійснити виділенням необхідного тексту та натисканням правою клавішею мишки вибрати функцію Rotate – повернути текст в необхідному напрямі.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

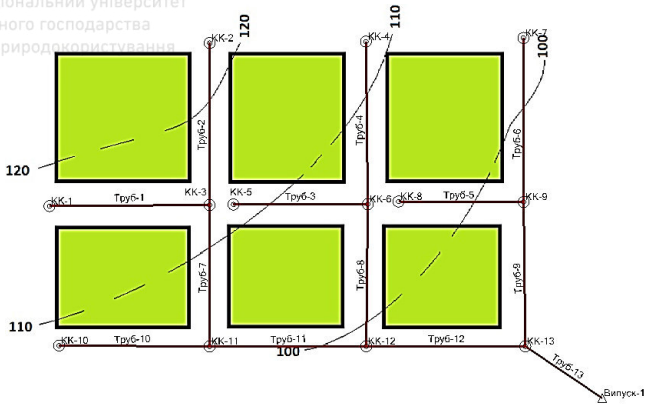


Рис. 47

10. Після нанесення необхідних елементів розрахункової каналізаційної мережі (рис. 47), задаємо значення попутних витрат стічних вод, що віднесені до розрахункових вузлів каналізаційної мережі, відповідно до першої цифри шифру із табл. 4.

Таблиця 4

Попутна витрата стічних вод віднесена до розрахункового каналізаційного колодязя, л/с

І-ша цифра шифру / Колодязь	0	1	2	3	4	5	6	7	8
КК - 1	10	19	18	17	16	15	14	13	12
КК – 2	19	18	17	16	15	14	13	12	11
КК – 3	18	17	16	15	14	13	12	11	12
КК – 4	17	16	15	14	13	12	11	12	13
КК – 5	16	15	14	13	12	11	12	13	14
КК – 6	15	14	13	12	11	12	13	14	15
КК – 7	14	13	12	11	12	13	14	15	16
КК – 8	13	12	11	12	13	14	15	16	17
КК – 9	12	11	12	13	14	15	16	17	18
КК – 10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
КК – 11	14	15	11	14	15	11	14	11	15
КК – 12	13	14	12	13	14	12	13	12	14
КК – 13	12	13	13	12	13	13	12	13	13
Випуск – 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Національний університет водного господарства та природокористування

11. Вибравши команду **Sanitary Load Control Center** та виконавши ініціалізування каналізаційних колодязів (рис. 48), вносимо, відповідно до табл. 4, значення необхідних попутних витрат стічних вод, що розрахунково віднесені до них (рис. 49).

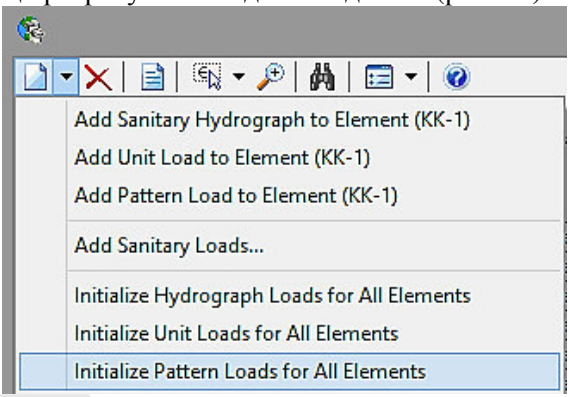
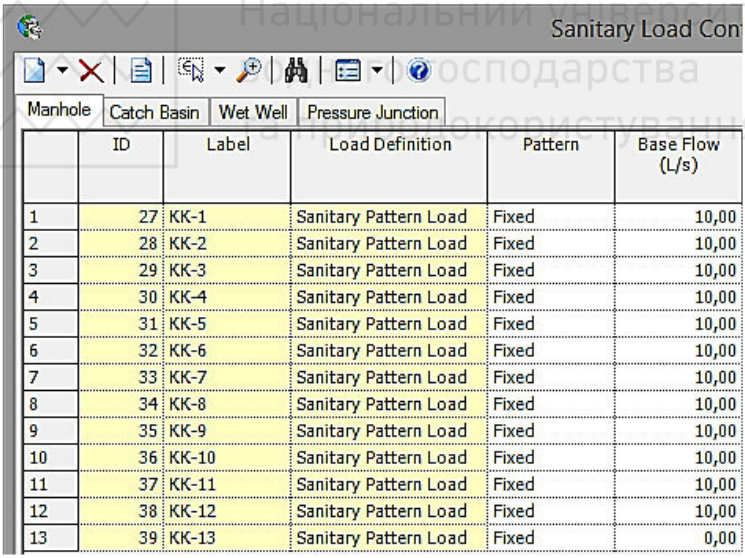


Рис. 48



Sanitary Load Con

Manhole | Catch Basin | Wet Well | Pressure Junction

	ID	Label	Load Definition	Pattern	Base Flow (L/s)
1	27	KK-1	Sanitary Pattern Load	Fixed	10,00
2	28	KK-2	Sanitary Pattern Load	Fixed	10,00
3	29	KK-3	Sanitary Pattern Load	Fixed	10,00
4	30	KK-4	Sanitary Pattern Load	Fixed	10,00
5	31	KK-5	Sanitary Pattern Load	Fixed	10,00
6	32	KK-6	Sanitary Pattern Load	Fixed	10,00
7	33	KK-7	Sanitary Pattern Load	Fixed	10,00
8	34	KK-8	Sanitary Pattern Load	Fixed	10,00
9	35	KK-9	Sanitary Pattern Load	Fixed	10,00
10	36	KK-10	Sanitary Pattern Load	Fixed	10,00
11	37	KK-11	Sanitary Pattern Load	Fixed	10,00
12	38	KK-12	Sanitary Pattern Load	Fixed	10,00
13	39	KK-13	Sanitary Pattern Load	Fixed	0,00

Рис. 49

12. Здійснивши перехід **Report – Elements Tables – Manhole** (рис. 50), вносимо конструктивні параметри колодязів каналізаційної мережі (рис. 51), відповідно до значень з таблиці 5.

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Таблиця 5

Конструктивні параметри каналізаційних колодязів розрахункової мережі

ІІ-га цифра шифру	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Каналізаційний колодязь	Абсолютна позначка землі/лотка, м								
КК - 1	118/116	119/116	118/116	116/114	117/115	119/116	119/116	118/116	118/115
КК – 2	121/119	122/119	121/119	119/117	120/117	122/119	122/119	121/119	119/117
КК – 3	117/115	118/115	117/115	117/113	116/114	117/115	118/115	118/115	116/114
КК – 4	111/109	112/109	111/109	111/109	113/109	111/109	111/109	112/109	113/109
КК – 5	111/109	113/109	111/109	111/109	112/109	111/109	113/109	111/109	112/109
КК – 6	106/104	107/104	106/104	106/104	107/103	107/104	106/104	107/104	106/104
КК – 7	103/101	104/101	104/101	104/101	105/101	105/101	104/101	104/101	104/101
КК – 8	104/102	105/102	105/102	106/102	103/101	104/102	105/102	105/102	106/102
КК – 9	97/95	98/95	98/95	98/95	97/94	97/95	98/95	98/96	96/93
КК – 10	108/106	109/106	109/106	109/106	107/105	108/106	109/106	109/106	109/106
КК – 11	105/103	106/103	106/103	107/103	105/102	106/103	107/103	106/103	107/103
КК – 12	98/96	99/97	99/97	99/97	97/96	98/96	100/97	100/96	100/98
КК – 13	92/90	93/91	93/91	95/91	94/92	93/90	93/91	93/91	95/91
Випуск – 1	90/88	91/89	91/89	92/90	92/89	91/88	90/88	91/89	92/90

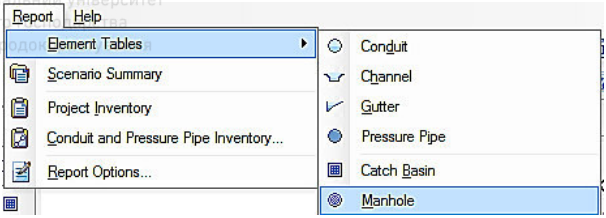
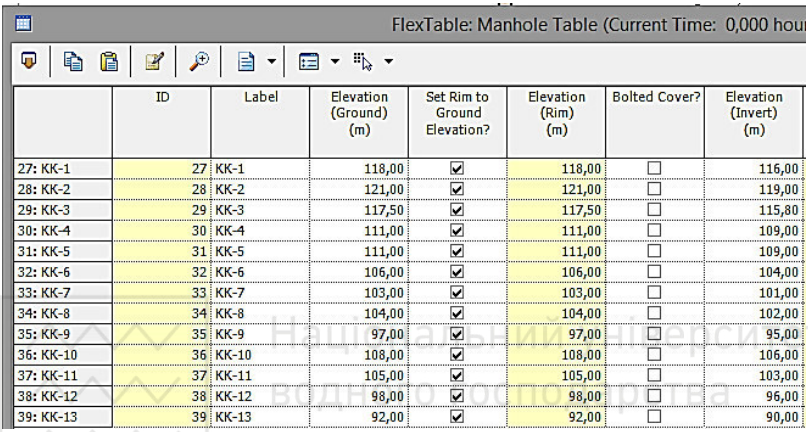


Рис. 50



FlexTable: Manhole Table (Current Time: 0,000 hou

	ID	Label	Elevation (Ground) (m)	Set Rim to Ground Elevation?	Elevation (Rim) (m)	Bolted Cover?	Elevation (Invert) (m)
27: KK-1	27	KK-1	118,00	☑	118,00	☐	116,00
28: KK-2	28	KK-2	121,00	☑	121,00	☐	119,00
29: KK-3	29	KK-3	117,50	☑	117,50	☐	115,80
30: KK-4	30	KK-4	111,00	☑	111,00	☐	109,00
31: KK-5	31	KK-5	111,00	☑	111,00	☐	109,00
32: KK-6	32	KK-6	106,00	☑	106,00	☐	104,00
33: KK-7	33	KK-7	103,00	☑	103,00	☐	101,00
34: KK-8	34	KK-8	104,00	☑	104,00	☐	102,00
35: KK-9	35	KK-9	97,00	☑	97,00	☐	95,00
36: KK-10	36	KK-10	108,00	☑	108,00	☐	106,00
37: KK-11	37	KK-11	105,00	☑	105,00	☐	103,00
38: KK-12	38	KK-12	98,00	☑	98,00	☐	96,00
39: KK-13	39	KK-13	92,00	☑	92,00	☐	90,00

Рис. 51

Таблиця 6

Конструктивні параметри труб розрахункової каналізаційної мережі

II-га цифра шифру	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Ділянка мережі	діаметр, мм								
Труб - 1	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Труб - 2	200	300	200	200	200	200	200	200	300
Труб - 3	200	300	300	200	200	200	200	200	300
Труб - 4	200	300	300	200	200	200	200	200	300
Труб - 5	200	300	300	300	200	200	300	200	300
Труб - 6	200	300	300	300	300	200	300	200	300
Труб - 7	200	300	300	300	300	200	300	300	300
Труб - 8	500	500	500	500	600	500	500	500	500
Труб - 9	500	500	500	500	600	600	500	500	600
Труб - 10	500	500	500	500	600	600	600	600	600
Труб – 11	500	500	500	500	600	600	600	600	600
Труб – 12	500	500	500	500	600	600	600	600	600
Труб – 13	500	500	500	500	600	600	600	600	600

13. Здійснивши перехід **Report – Elements Tables – Conduit** (рис. 52), вносимо конструктивні параметри безнапірних трубопроводів каналізаційної мережі (рис. 53), відповідно до значень з таблиці 6.

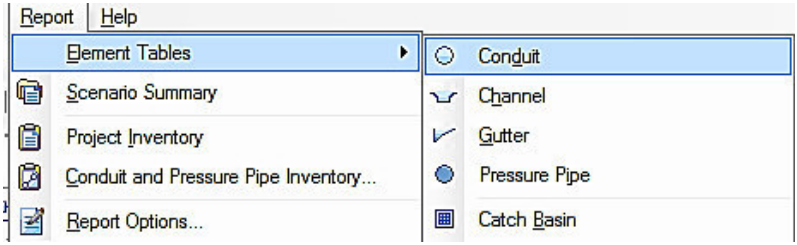


Рис. 52

FlexTable: Conduit Table (Current Time: 0,000 hours) (nopnp1.stsw)

	ID	Label	Start Node	Set Invert to Start?	Invert (Start) (m)	Stop Node	Set Invert to Stop?	Invert (Stop) (m)	Has User Defined Length?	Length (Scaled) (m)	Slope (Calculated) (m/m)	Section Type	Diameter (mm)
40: Труб-1	40	Труб-1	KK-1	☑	116,00	KK-3	☐	115,80	☐	219,2	0,001	Circle	304,8
41: Труб-2	41	Труб-2	KK-2	☑	119,00	KK-3	☑	116,05	☐	221,5	0,013	Circle	304,8
42: Труб-3	42	Труб-3	KK-5	☑	109,00	KK-6	☑	104,00	☐	184,1	0,027	Circle	304,8
43: Труб-4	43	Труб-4	KK-4	☑	109,00	KK-6	☑	104,00	☐	222,5	0,022	Circle	304,8
44: Труб-5	44	Труб-5	KK-8	☑	102,00	KK-9	☑	95,00	☐	171,4	0,041	Circle	304,8
45: Труб-6	45	Труб-6	KK-7	☑	101,00	KK-9	☑	95,00	☐	224,4	0,027	Circle	304,8
46: Труб-7	46	Труб-7	KK-3	☑	116,05	KK-11	☑	103,00	☐	193,5	0,067	Circle	304,8
47: Труб-8	47	Труб-8	KK-6	☑	104,00	KK-12	☑	96,00	☐	194,2	0,041	Circle	304,8
48: Труб-9	48	Труб-9	KK-9	☑	95,00	KK-13	☑	90,00	☐	197,5	0,025	Circle	304,8
49: Труб-10	49	Труб-10	KK-10	☑	106,00	KK-11	☑	103,00	☐	206,1	0,015	Circle	304,8
50: Труб-11	50	Труб-11	KK-11	☑	103,00	KK-12	☑	96,00	☐	214,7	0,033	Circle	304,8
51: Труб-12	51	Труб-12	KK-12	☑	96,00	KK-13	☑	90,00	☐	217,8	0,028	Circle	600,0
53: Труб-13	53	Труб-13	KK-13	☑	90,00	Випуск-1	☑	80,00	☐	126,9	0,079	Circle	600,0

Рис. 53

14. Натискаючи двічі по значку **Випуск-1** на робочому полі (рис. 54), задаємо абсолютну відмітку рівня землі, відмітку випуску стічних вод, тип випуску стічних вод.

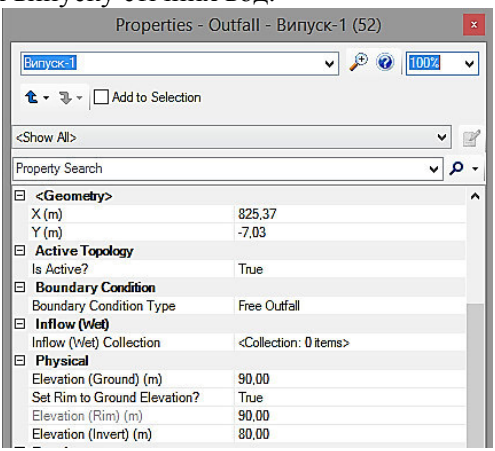


Рис. 54

15. Задавши необхідні характеристики безнапірних труб, каналізаційних колодязів і значення попутних, зосереджених витрат стічних вод переходять до виконання гідравлічного розрахунку каналізаційної мережі. Натискаючи , задаємо вихідні параметри для розрахунку каналізаційної мережі (рис. 55).

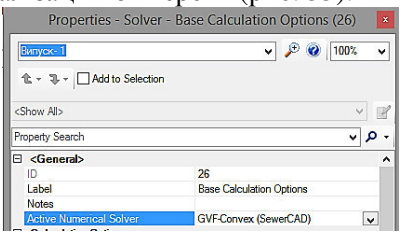


Рис. 55

16. Вибираючи функцію розрахунок (***Compute***) (рис. 56) - проводимо комп'ютерний гідравлічний розрахунок каналізаційної мережі.

Рис. 56

Якщо в результаті комп'ютерного розрахунку вікно **User Notification** залишається пустим, при цьому відсутні будь-які сповіщення про помилки в розрахункових каналізаційних колодязях чи на ділянках мережі – попередній розрахунок вважається завершеним. В результаті виконаного комп'ютерного розрахунку на схемі каналізаційної мережі з'являться маркування напрямків руху води по ділянкам (Рис. 57).

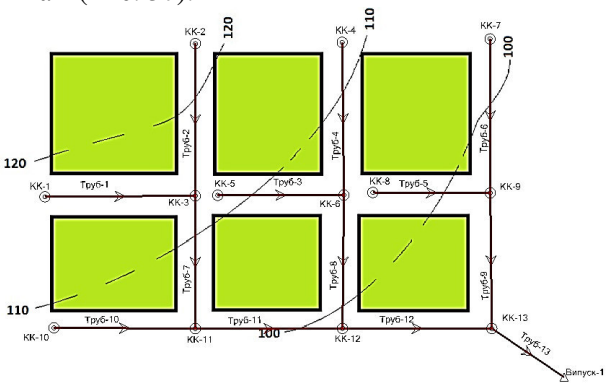


Рис. 57

17. Проектантам потрібно слідкувати за допустимими швидкостями руху стічних вод і за наповненням води в трубах (**Report – Elements Tables – Conduit**) (рис. 58).

FlexTable: Conduit Table (Current Time: 0,000 hours) (nopnp1.stsw)

	Invert (Start) (m)	Stop Node	Set Invert to Stop?	Invert (Stop) (m)	Has User Defined Length?	Length (Scaled) (m)	Slope (Calculated) (m/m)	Section Type	Diameter (mm)	Manning's n	Velocity (m/s)	Depth (Middle) (m)
40: Труб-1	116,00	КК-3	☐	115,80	☐	219,2	0,001	Circle	304,8	0,013	0,374	0,25
41: Труб-2	119,00	КК-3	☑	116,05	☐	221,5	0,013	Circle	304,8	0,013	0,976	0,10
42: Труб-3	109,00	КК-6	☑	104,00	☐	184,1	0,027	Circle	304,8	0,013	1,256	0,10
43: Труб-4	109,00	КК-6	☑	104,00	☐	222,5	0,022	Circle	304,8	0,013	1,174	0,10
44: Труб-5	102,00	КК-9	☑	95,00	☐	171,4	0,041	Circle	304,8	0,013	1,448	0,10
45: Труб-6	101,00	КК-9	☑	95,00	☐	224,4	0,027	Circle	304,8	0,013	1,249	0,10
46: Труб-7	116,05	КК-11	☑	103,00	☐	193,5	0,067	Circle	304,8	0,013	2,388	0,15
47: Труб-8	104,00	КК-12	☑	96,00	☐	194,2	0,041	Circle	304,8	0,013	2,005	0,16
48: Труб-9	95,00	КК-13	☑	90,00	☐	197,5	0,025	Circle	304,8	0,013	1,685	0,18
49: Труб-10	106,00	КК-11	☑	103,00	☐	206,1	0,015	Circle	304,8	0,013	1,007	0,12
50: Труб-11	103,00	КК-12	☑	96,00	☐	214,7	0,033	Circle	304,8	0,013	2,129	0,18
51: Труб-12	96,00	КК-13	☑	90,00	☐	217,8	0,028	Circle	600,0	0,013	2,222	0,21
53: Труб-13	90,00	Випуск-1	☑	80,00	☐	126,9	0,079	Circle	600,0	0,013	3,505	0,16

Рис. 58

18. За необхідності маркування ділянок мережі кольорами за швидкістю та маркуванням із зазначенням числових значень витрати, швидкості руху води в трубопроводах мережі – виконують налаштування маркерів.

Натискаючи по маркеру Трубопровід (**Conduit**) і клацаючи правою кнопкою миші на **Label,** здійснюють вибір функції редагування **Edit** (рис. 59).

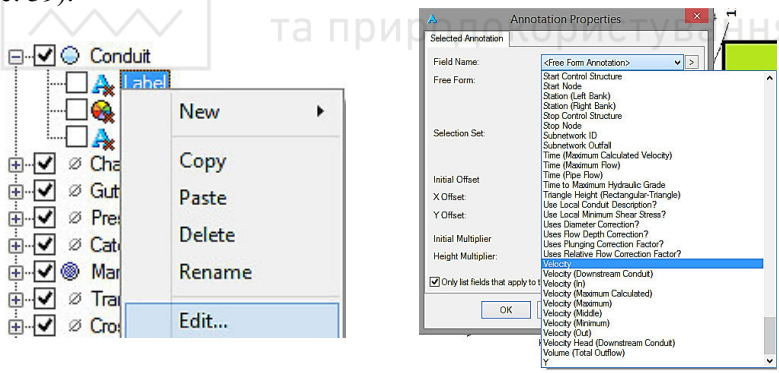


Рис. 59

У відкрившомуся вікні проводять вибір параметра, значення якого необхідно відобразити поруч із всіма трубопроводами мережі (наприклад швидкість руху стічної води - ***Velosity***). Значення ***суфіксу*** в таблиці замінюють на розмірність ***м/с***. Змінюючи значення ***X Offset*** та ***Y Offset*** можна задати розташування написів параметра по відношенню до центру труби (рис. 60).

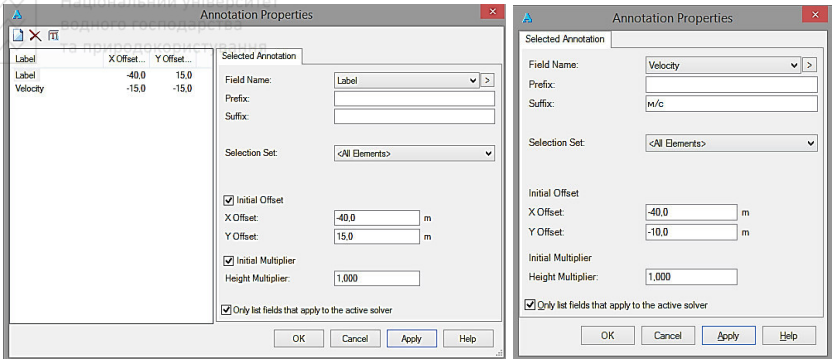


Рис. 60

Натискаючи **ОК** – на робочій схемі каналізаційної мережі буде відображено написами швидкості руху стічної води на кожній із ділянок мережі (рис. 61).

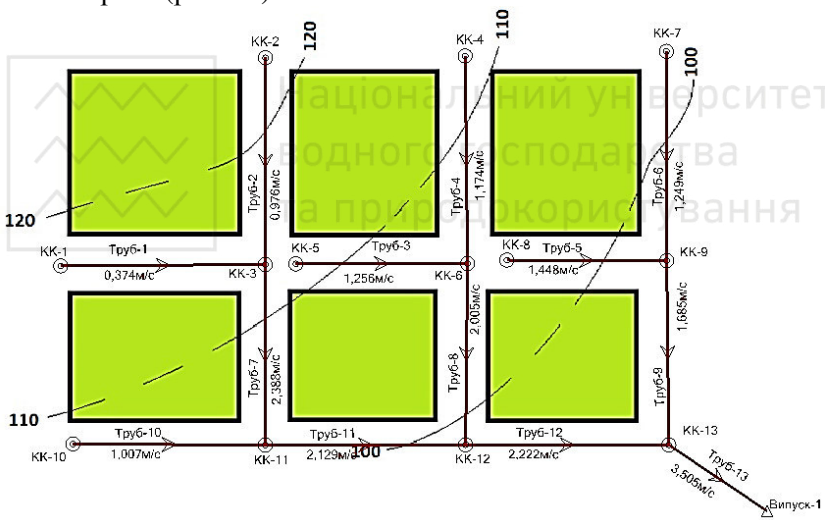


Рис. 61

19. Оцінку зміни гідравлічних параметрів при санації трубопроводів мережі різними матеріалами будемо вести наступним чином.

19.1 Скопіюємо із результатів гідравлічного розрахунку значення швидкості руху води в трубопроводах (матеріал труб, за замовчуванням, був вибраний - бетон) (рис. 62 - 63).

FlexTable: Conduit Table (Current Time: 0,000 hours) (nopnp1.stsw)

	Invert (Stop) (m)	Has User Defined Length?	Length (Scaled) (m)	Slope (Calculated) (m/m)	Section Type	Diameter (mm)	Manning's n	Velocity (m/s)	Depth (Middle) (m)	Capacity (Full Flow) (L/s)	Flow / Capacity (Design) (%)	Depth/Rise (%)	Flow (Middle) (L/s)	Length (User Defined) (m)	Material
40: Труб-1	115,80	☐	219,2	0,001	Circle	304,8	0,013	0,374	0,25	30,47	32,8	(N/A)	(N/A)		Concrete
41: Труб-2	116,05	☐	221,5	0,013	Circle	304,8	0,013	0,976	0,10	116,42	8,6	(N/A)	(N/A)		Concrete
42: Труб-3	104,00	☐	184,1	0,027	Circle	304,8	0,013	1,256	0,10	166,27	6,0	(N/A)	(N/A)		Concrete
43: Труб-4	104,00	☐	222,5	0,022	Circle	304,8	0,013	1,174	0,10	151,23	6,6	(N/A)	(N/A)		Concrete
44: Труб-5	95,00	☐	171,4	0,041	Circle	304,8	0,013	1,448	0,10	203,87	4,9	(N/A)	(N/A)		Concrete
45: Труб-6	95,00	☐	224,4	0,027	Circle	304,8	0,013	1,249	0,10	164,97	6,1	(N/A)	(N/A)		Concrete
46: Труб-7	103,00	☐	193,5	0,067	Circle	304,8	0,013	2,388	0,15	261,96	11,5	(N/A)	(N/A)		Concrete
47: Труб-8	96,00	☐	194,2	0,041	Circle	304,8	0,013	2,005	0,16	204,75	14,7	(N/A)	(N/A)		Concrete
48: Труб-9	90,00	☐	197,5	0,025	Circle	304,8	0,013	1,685	0,18	160,52	18,7	(N/A)	(N/A)		Concrete
49: Труб-10	103,00	☐	206,1	0,015	Circle	304,8	0,013	1,007	0,12	121,71	8,2	(N/A)	(N/A)		Concrete
50: Труб-11	96,00	☐	214,7	0,033	Circle	304,8	0,013	2,129	0,18	182,15	27,5	(N/A)	(N/A)		Concrete
51: Труб-12	90,00	☐	217,8	0,028	Circle	600,0	0,013	2,222	0,21	1 019,11	8,8	(N/A)	(N/A)		Concrete
53: Труб-13	80,00	☐	126,9	0,079	Circle	600,0	0,013	3,505	0,16	1 723,58	7,0	(N/A)	(N/A)		Concrete

Рис. 62

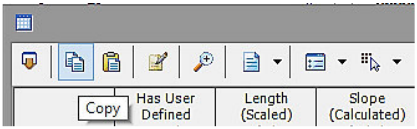


Рис. 63

19.2 Виконаємо заміну матеріалу труб із бетону на азбестоцемент використовуючи бібліотеку матеріалів (рис. 64 - 67).

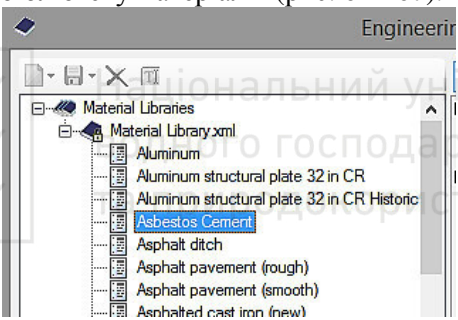


Рис. 64

FlexTable: Conduit Table (Current Time: 0,000 hours) (nopnp1.stsw)

	Has User Defined Length?	Length (Scaled) (m)	Slope (Calculated) (m/m)	Section Type	Diameter (mm)	Manning's n	Velocity (m/s)	Depth (Middle) (m)	Capacity (Full Flow) (L/s)	Flow / Capacity (Design) (%)	Depth/Rise (%)	Flow (Middle) (L/s)	Length (User Defined) (m)	Material
40: Труб-1	☐	219,2	0,001	Circle	304,8	0,011	0,422	0,25	36,01	27,8	(N/A)	(N/A)		Asbestos Ce...
41: Труб-2	☐	221,5	0,013	Circle	304,8	0,011	1,098	0,10	137,59	7,3	(N/A)	(N/A)		Asbestos Ce...
42: Труб-3	☐	184,1	0,027	Circle	304,8	0,011	1,411	0,10	196,51	5,1	(N/A)	(N/A)		Asbestos Ce...
43: Труб-4	☐	222,5	0,022	Circle	304,8	0,011	1,320	0,10	178,73	5,6	(N/A)	(N/A)		Asbestos Ce...
44: Труб-5	☐	171,4	0,041	Circle	304,8	0,011	1,625	0,10	240,93	4,2	(N/A)	(N/A)		Asbestos Ce...
45: Труб-6	☐	224,4	0,027	Circle	304,8	0,011	1,403	0,10	194,96	5,1	(N/A)	(N/A)		Asbestos Ce...
46: Труб-7	☐	193,5	0,067	Circle	304,8	0,011	2,688	0,15	309,59	9,7	(N/A)	(N/A)		Asbestos Ce...
47: Труб-8	☐	194,2	0,041	Circle	304,8	0,011	2,261	0,16	241,98	12,4	(N/A)	(N/A)		Asbestos Ce...
48: Труб-9	☐	197,5	0,025	Circle	304,8	0,011	1,899	0,18	189,70	15,8	(N/A)	(N/A)		Asbestos Ce...
49: Труб-10	☐	206,1	0,015	Circle	304,8	0,011	1,133	0,12	143,84	7,0	(N/A)	(N/A)		Asbestos Ce...
50: Труб-11	☐	214,7	0,033	Circle	304,8	0,011	2,403	0,18	215,26	23,2	(N/A)	(N/A)		Asbestos Ce...
51: Труб-12	☐	217,8	0,028	Circle	600,0	0,011	2,501	0,21	1 204,40	7,5	(N/A)	(N/A)		Asbestos Ce...
53: Труб-13	☐	126,9	0,079	Circle	600,0	0,011	3,941	0,16	2 036,96	5,9	(N/A)	(N/A)		Asbestos Ce...

Рис. 65

19.3 Повторно здійснюємо гідравлічний розрахунок (рис. 66).

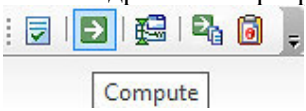


Рис. 66

В результаті гідравлічного розрахунку швидкості на ділянках трубопроводів, матеріал яких було змінено, змінилися (рис. 67).

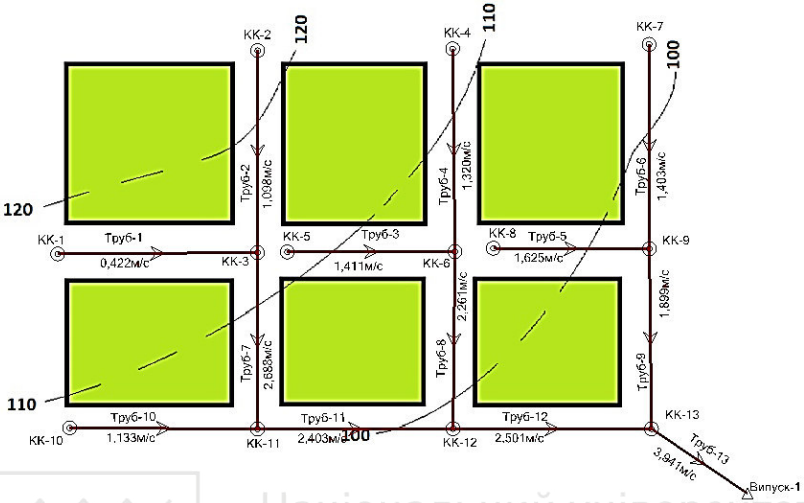


Рис. 67

19.4 Копіюючи значення швидкостей для відповідних ділянок трубопроводів (рис. 68), та зводячи результати до табл. 7 аналізуємо зміну гідравлічних параметрів каналізаційної мережі при реновації її труб різними матеріалами. Готуємо письмовий звіт з виконаної роботи.

FlexTable: Conduit Table (Curren

	Has User Defined Length?	Length (Scaled) (m)	Slope (Calculated) (m/m)	Section Type	Diameter (mm)	Manning's n	Velocity (m/s)
40: Труб-1	☐	219,2	0,001	Circle	304,8	0,011	0,422
41: Труб-2	☐	221,5	0,013	Circle	304,8	0,011	1,098
42: Труб-3	☐	184,1	0,027	Circle	304,8	0,011	1,411
43: Труб-4	☐	222,5	0,022	Circle	304,8	0,011	1,320
44: Труб-5	☐	171,4	0,041	Circle	304,8	0,011	1,625
45: Труб-6	☐	224,4	0,027	Circle	304,8	0,011	1,403
46: Труб-7	☐	193,5	0,067	Circle	304,8	0,011	2,688
47: Труб-8	☐	194,2	0,041	Circle	304,8	0,011	2,261
48: Труб-9	☐	197,5	0,025	Circle	304,8	0,011	1,899
49: Труб-10	☐	206,1	0,015	Circle	304,8	0,011	1,133
50: Труб-11	☐	214,7	0,033	Circle	304,8	0,011	2,403
51: Труб-12	☐	217,8	0,028	Circle	600,0	0,011	2,501
53: Труб-13	☐	126,9	0,079	Circle	600,0	0,011	3,941

Рис. 68

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Таблиця 7

Оцінка зміни гідравлічних параметрів каналізаційної мережі при реновації її трубопроводів з різних матеріалів

Ділянка мережі	Швидкість руху води в **бетонній** трубі, м/с	Швидкість руху води в **азбестоцементній** трубі, м/с	Зростання/спадання швидкості на ділянці мережі в результаті реновації її труб
Труб - 1	0,374	0,422	зростає
Труб - 2	0,976	1,098	зростає
Труб - 3	1,256	1,411	зростає
Труб - 4	1,174	1,320	зростає
Труб - 5	1,448	1,625	зростає
Труб - 6	1,249	1,403	зростає
Труб - 7	2,388	2,688	зростає
Труб - 8	2,005	2,261	зростає
Труб - 9	1,685	1,899	зростає
Труб - 10	1,007	1,133	зростає
Труб – 11	2,129	2,403	зростає
Труб – 12	2,222	2,501	зростає
Труб – 13	3,505	3,941	зростає

Національний університет
водного господарства
та природокористування

Література

1. ДБН В.2.5 – 75:2013 "Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування". - К.: Мінрегіонбуд, 2013. - 210 с.

2. Яковлев С. В., Карелин Я. А., Жуков А. И., Колобанов С. К. Канализация. Учебник для вузов. Изд. 5-е, перераб. и доп. М., Стройиздат, 1975. - 632 с.

3. Орлов В. О., Тугай Я. А., Орлова А. М. Водопостачання та водовідведення: підручник / Орлов В. О., Тугай Я. А., Орлова А. М. К. : Знання, 2011. - 359с.

4. Мартинов С. Ю., Орлов В. О. Інформаційні технології проектування систем водопостачання і водовідведення. Навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2011. - 137 с.

5. Россінський В. М. Оцінка гідравлічних параметрів каналізаційних мереж при санації їх труб з різних матеріалів / В. М. Россінський // Міжнародна науково-практична конференція "Вода і довкілля" XI Міжнародного водного форуму «Aqua Ukraine – 2013» Збірка доповідей, К. – С. 75 - 76.