



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



مدیریت فشار در شبکه توزیع آب با استفاده از شیر فشارشکن (مطالعه موردی: شهر کمیجان)

سعید طاعتی

مدیر دفتر بهره برداری از تاسیسات آب شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی

s.taati@gmail.com

محمد رضا تورکان

مدیر امور آب و فاضلاب شهرستان کمیجان

m.torkan@gmail.com

فرشاد فروتن

کارشناس نگهداری و تعمیرات شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی

foroutan2009@gmail.com

خلاصه

شیرهای فشارشکن (Pressure Relief Valve) جهت کنترل فشار شبکه، جلوگیری از فشار مضانف در دوره‌های با تقاضای کم مشترکین و نیز کاهش هدر رفت آب مورد استفاده قرار می‌گیرند. از جمله بیشترین کاربردهای شیرهای فشارشکن در شبکه توزیع جهت انجام ناحیه بندی فشار، انجام مدیریت فشار در سطح شبکه و یکنواخت کردن فشار مرد استفاده قرار می‌گیرند. محل نصب شیر فشارشکن در سطح شبکه در سطح شبکه با در نظر گرفتن طرح ناحیه بندی و بر اساس حداکثر فشار مجاز و خط تراز ارتفاعی زمین تعیین می‌شود. در این مقاله به پیاده سازی شیر فشارشکن در شبکه توزیع شهر کمیجان به عنوان ارائه گزارش فنی پرداخته می‌شود. از جمله پیامدهای آن می‌توان به متعادل کردن فشار شبکه، کاهش هدر رفت آب و کاهش حوادث و اتفاقات اشاره کرد.

کلمات کلیدی: شیر فشارشکن، شبکه توزیع، مدیریت مصرف، مدیریت هدر رفت، اتفاقات



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



۱- مقدمه

در سال ۲۰۱۷ فوتانا و همکاران، با استفاده از مدل آزمایشگاهی شیرهای فشارشکن با کنترل آنالین به نقطه فشار مطلوب در هر لحظه دست یافتند [۱]. در سال ۲۰۱۵ رایت و همکاران، با استفاده از تحقیقات تجربی در راستای مدیریت فشار در شبکه از شیرهای فشارشکن استفاده کردند. [۲]. در سال ۲۰۱۴ دوک دای و همکاران، با استفاده از برنامه متغیر مختلط غیر خطی، محل بهینه نصب شیر فشارشکن را در شبکه توزیع آب یافتند و به عنوان نتیجه با ترکیب شیرهای فشارشکن به بهترین محل نصب شیرهای فشارشکن رسیدند. [۳]. در سال ۲۰۱۲ فرنی و همکاران، با استفاده از شیرهای فشارشکن در شبکه توزیع متناوب و مخازن محلی، عوامل محیطی تاثیر گذار بر عملکرد شیر فشارشکن را بررسی و جهت کالیبراسیون بهینه موانع را مرتفع ساختند [۴].

در این مقاله از نرم افزار WaterGEMS V8i SS6 که شامل ابزارهای مفید کالیبراسیون (Darwin Calibrator) استفاده شده است. این نرم افزار از الگوریتم ژنتیک بهره می برد و به طبع ساختار مدل مورد مطالعه بر اساس الگوریتم ژنتیک تحلیل می شود. مطالعات الگوریتم ژنتیک برای اولین بار در سال ۱۹۹۴ توسط سیمپسون و همکاران، وارد مقوله شبکه آب شد [۵]. مبنای تهیه این مقاله تجربی براساس مطالعات هیدرولیکی، فشار سنجی با لاگرهای فشار و در انتها مدل سازی با نرم افزار WaterGEMS V8i SS6 نهاده شد. وضعیت قبل و بعد از نصب شیر فشارشکن به منظور مدیریت اتفاقات و هدررفت آب در شهر کمیجان دقیقاً مورد بررسی قرار گرفت و به عنوان نتیجه کاهش هدر رفت آب و نیز کاهش میزان حوادث و اتفاقات را به دنبال داشت.

۲- توصیف منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شهرستان کمیجان می باشد. شهرستان کمیجان در شمال غربی استان مرکزی واقع شده که با اراک مرکز استان ۹۵ کیلومتر فاصله دارد. از شمال به شهرستان ساوه، از جنوب به اراک، از شرق به شهرستان فراهان و از غرب به استان همدان محدود می شود. غالب سطح شهرستان را دشت هموار و مسطح تشکیل می دهد که اکثراً بصورت نامنظم بادخیز می باشد. نوع آب و هوای این شهرستان سرد و نیمه خشک بوده، دارای زمستان های سرد و تابستان های معتدل می باشد. شهرستان کمیجان در ارتفاع ۱۷۵۰ متر از سطح دریا قرار دارد. ۴٪ از کل جمعیت شهری استان در این شهرستان سکونت دارند. مساحت تحت پوشش شبکه ۱۶۲۶ کیلومتر مربع و جمعیت تحت پوشش در حدود ۱۰۰۰۰، تعداد مشترکین ۴۱۴۶، طول شبکه ۵۵،۰۸ کیلومتر می باشد. دو مخزن ۲۰۰۰ متر مکعبی مستقر در ارتفاع ۱۸۶۳ متری و ۱۸۲۱ متری وظیفه تامین حجم آب و فشار منطقه را بر عهده دارد. در حال حاضر شهر کمیجان دو زون فشاری دارد و در یک بستر یکپارچه و حلقوی است. زون فشاری اول حد فاصل رقوم ارتفاعی ۱۸۲۱ تا ۱۷۹۲ و زون فشاری دوم حد فاصل ۱۷۹۳ تا ۱۷۴۲ متر می باشد. در شکل ۱ نمای کلی شبکه به تصویر در آمده است.



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

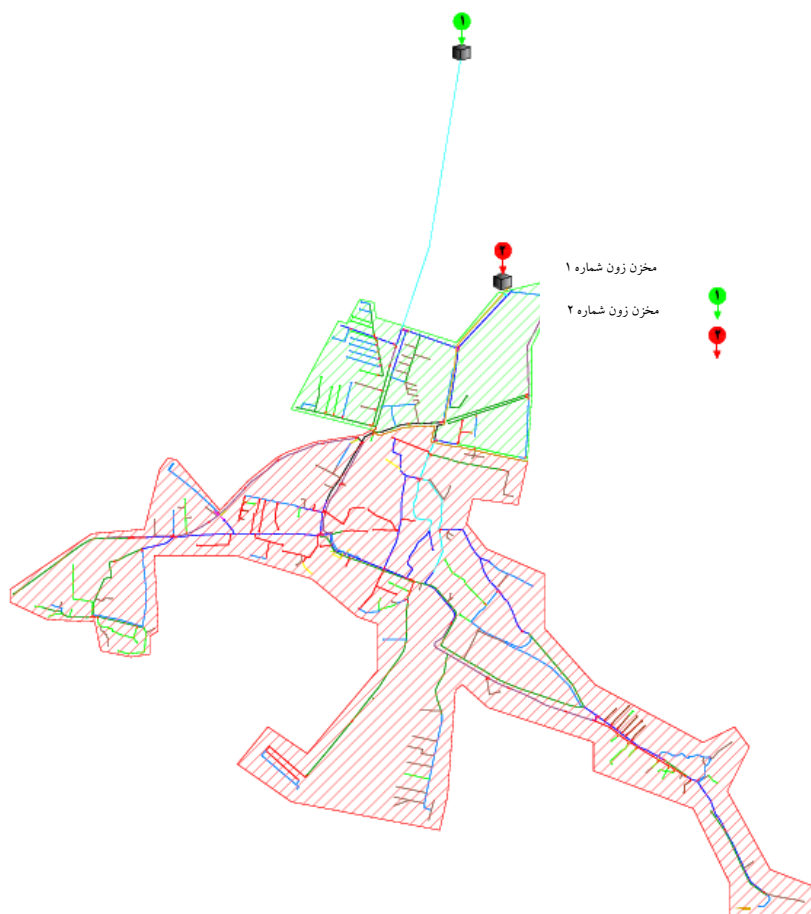
1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



شکل ۱: نمای کلی شبکه توزیع شهرستان کمیجان

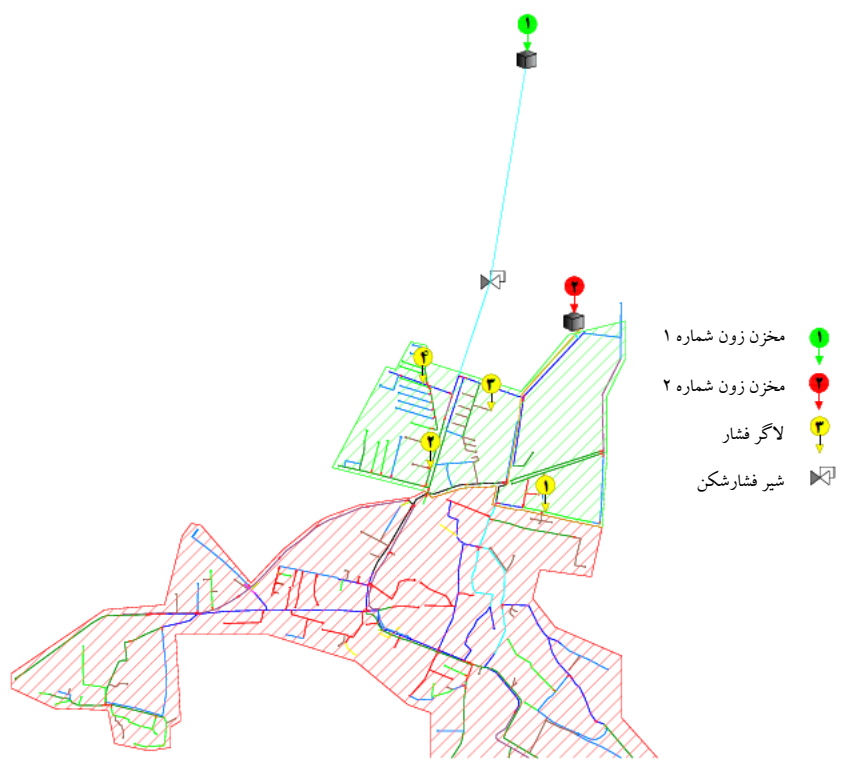
شیر فشار شکن نصب شده در زون فشاری اول می باشد. شبکه توزیع آب شهرستان کمیجان از نوع تحویل مستمر می باشد. تحویل مستمر به نسبت شبکه توزیع متناوب، مدیریت بهتر شبکه بخاطر ارتباط مستقیم و مستمر تقاضا مشترکین با آب استحصالی از شبکه را شامل می شود و خدمات دهی بهتر را نتیجه می دهد [۴]. شکل ۲ زون بندی های فشاری شبکه توزیع را نمایش می دهد.



شکل ۲: زون بندی های فشاری شبکه توزیع

۳- مراتب مکان یابی شیر فشارشکن

به منظور تعیین مکان مناسب جهت نصب شیر علاوه بر انجام مطالعات شبکه اقدام به مدل سازی هیدرولیک به کمک نرم افزار WaterGEMS پرداخته شد. سپس به منظور پایش شبکه و اعمال کالیبراسیون در نرم افزار WaterGEMS، تعداد ۴ لاگر فشار به مدت ۸ روز در چهار نقطه با فواصل زمانی ثبت یک ساعته نصب شده اند. شکل ۳ محل نصب لاگرها و شیر فشارشکن را نمایش می دهد. به منظور کنترل فشار مازاد شبکه اقدام به نصب یک شیر فشارشکن پیلوت دار در ابتدای جاده کمیجان به وفس با کد ارتفاعی ۱۸۲۸ متر مطابق شکل ۳ اقدام شده است. اختلاف ارتفاع شیر فشارشکن تا مخزن برابر ۳۸ متر می باشد. فشار ورودی شیر در حدود ۴ بار و فشار خروجی از ساعات ۵ صبح تا ۲۴ بر روی ۲ بار و از ساعات ۲۴ تا ۵ صبح بر روی ۱,۲ بار تنظیم شده است.



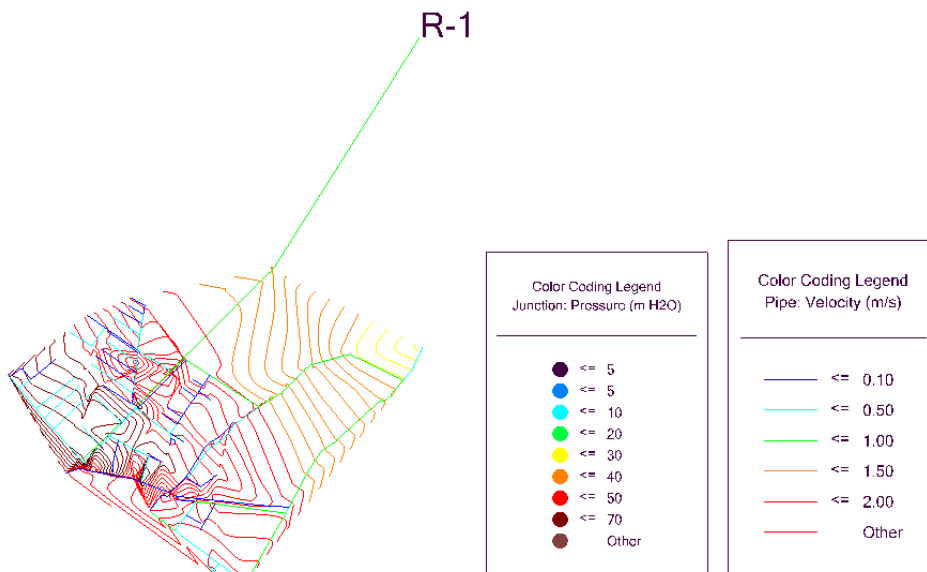
شکل ۳: محل نصب لاگرها و شیر فشار شکن

۴- شرح مدل سازی در نرم افزار

شبکه توزیع شهر کمیجان با استفاده از نرم افزار WaterGEMS V8i SS6 براساس روش اصطکاکی Hazen-Williams و با دقت ۰،۰۰۱ تحلیل شده است. جهت بارگذاری نقشه و رقمی سازی شبکه از فایل DEM در نرم افزار ArcGIS بهره جسته است. فرایند کالیبراسیون جهت حذف خطاهای موجود بین شبکه واقعی و مدل کامپیوتری کاربرد دارد. کالیبراسیون مناسب و دقیقی نیازمند داده های اندازه گیری شده با کیفیت و قابل اعتماد است [۶]. کالیبراسیون در نرم افزار با استفاده از ابزار داروین کالیبراتور (Darwin Calibrator) جهت کالیبره کردن شبکه واقعی و مدل کامپیوتری، در چهار نقطه اقدام به نصب فشارسنج لاگردار شد. این لاگرها در نرم افزار به عنوان المان SCADA تعریف شده اند.

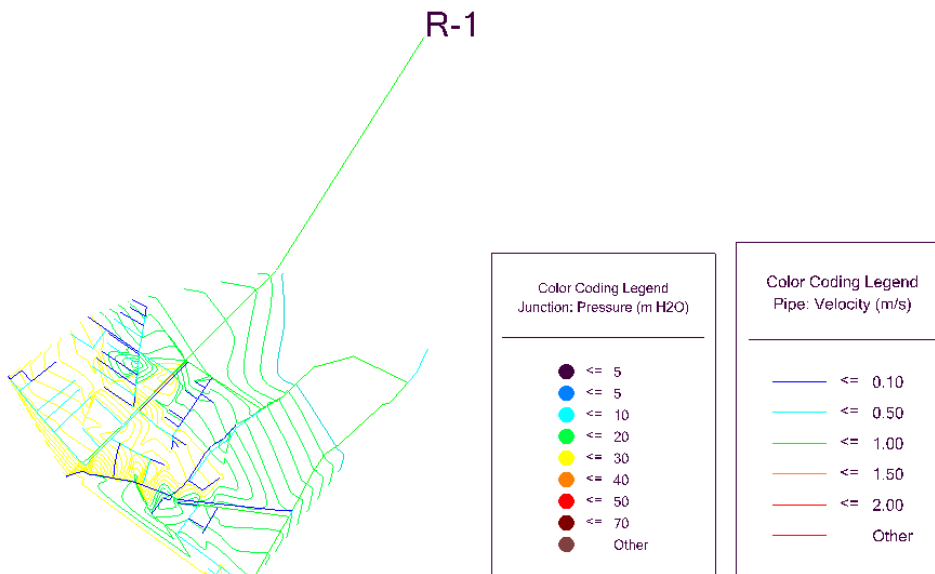
۴-۱- نتایج تحلیلی نرم افزار

پس از کالیبراسیون به تحلیل نتایج بدست آمده پرداخته می شود. در شکل ۴ کانتور فشار قبل از نصب شیر فشار شکن نمایش داده شده است. با توجه به شکل ۴ حداقل و حداکثر فشار زون شماره ۱ به ترتیب ۳ و ۷ بار می باشد که ضرورت نصب شیر فشار شکن را نمایش می دهد.

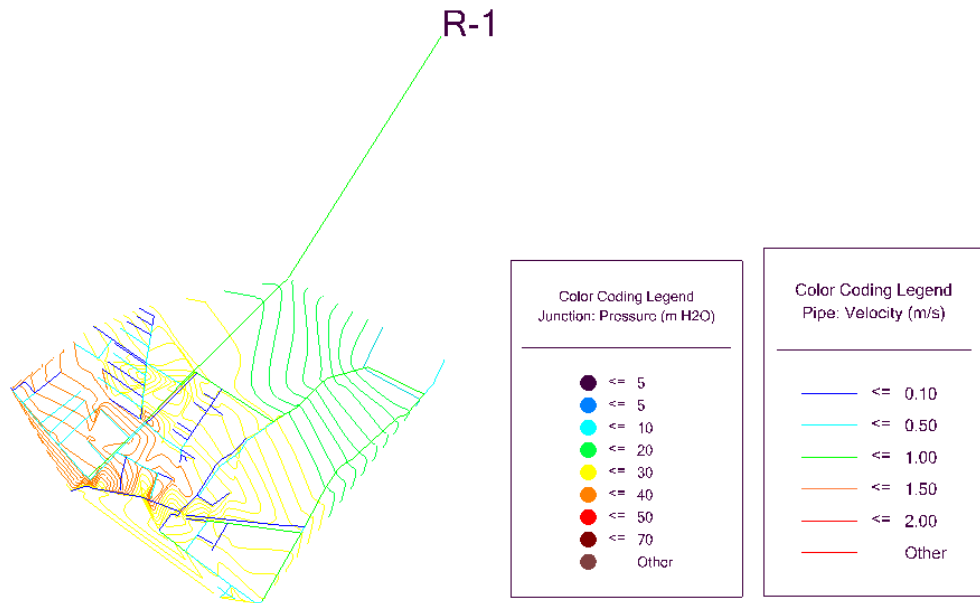


شکل ۴: کانتور فشار قبل از نصب شیر فشارشکن

شکل ۵ و شکل ۶ گستره فشار شبکه را پس از نصب شیر فشار شکن به ترتیب در بازه زمانی ساعت ۲۴ تا ۵ بامداد و در بازه زمانی ساعت ۵ بامداد تا ۲۴ را در قالب کانتور فشار نمایش می دهد.



شکل ۵: کانتور فشار پس از نصب شیر فشارشکن (در بازه زمانی ساعت ۲۴ تا ۵ بامداد)



شکل ۶: کانتور فشار پس از نصب شیر فشارشکن (در بازه زمانی ساعت ۵ بامداد تا ۲۴)

به عنوان نتیجه این طرح میتوان به فضای مدیریتی فشار هم در بخش کاهش حوادث و اتفاقات و هم کاهش هدر رفت آب و سرمایه اشاره کرد. به این شکل که کاهش حوادث و اتفاقات در بخش انشعابات مشترکین و شبکه توزیع تحت پوشش این فشارشکن طی مدت ۴ ماه از زمان نصب شیر فشارشکن نامبرده به میزان ۵۷٪ کاهش داشته که به عبارتی از ۷ فقره در مدت مشابه سال ۱۳۹۵ به ۳ فقره در سال ۱۳۹۶ تنزل یافته است. با توجه به کاهش حوادث و اتفاقات بر روی شبکه تحت پوشش این شیر و در نظر گرفتن میزان نشتی تقریبی در حدود ۱۰۰۰ لیتر آب به ازای هر حادثه، لذا میزان تقریبی کاهش هدر رفت آب به ۴۰۰۰ لیتر می‌رسد. صرفه جویی ناشی از کاهش اتفاقات با در نظر داشتن هزینه وقت، سرمایه و هدر رفت آب در هر انشعاب از قرار ۲,۰۰۰,۰۰۰ ریال و با توجه به تعداد انشعابات به میزان ۸,۰۰۰,۰۰۰ ریال بوده است.

۵- نتیجه گیری

پس از تکمیل مطالعات مهندسی در راستای پیدا کردن مکان مناسب نصب شیر به تحقق این امر با نرم افزار WaterGEMS V8 SS6 پرداخته شد. به طوری که با وارد نمودن داده‌های ورودی نرم افزار شامل ارتفاع گره‌ها، توزیع مصرف، مشخصات لوله‌ها و تحلیل شبکه، با استفاده از آمار و مشاهدات صورت گرفته بر اساس داده‌های برداشتی از ییزومترها با استفاده از ابزار کالیبراتور داروین، مطابقت سازی شبکه با واقعیت انجام پذیرفت. بدین صورت که عملیات اصلاح و انطباق (Calibration) با اصلاح ضریب زبری لوله‌ها و میزان توزیع مصرف و با استفاده از تابع برازش، حداقل سازی حداکثر اختلاف که از حساسیت بالاتری روی صحت اطلاعات و



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



داده‌های ورودی برخوردار است، صورت پذیرفت. نتایج حاصل از این عملیات به صورت روش خودکار، برای دو حالت قبل و پس از نصب شیر فشار شک، تحلیل و نتایج با یکدیگر مقایسه گردید. هدف از نصب شیر فشار شکن کاهش حوادث و اتفاقات، کاهش هدر رفت آب می‌باشد که با توجه به مطالعات انجام شده و پیاده سازی طرح نصب شیر فشار شکن، این مهم تحقق یافت.

۶- قدردانی

از زحمات بی دریغ جناب آقای مهندس عبدالرضا خلیلی رئیس هیئت مدیره و مدیر عامل محترم شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی جهت حمایت و پیگیری های مستمر و همچنین جناب آقای جناب مهندس بهمن آنالویی معاون محترم بهره برداری شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی، جناب مهندس سعید طاعتی مدیر محترم دفتر بهره برداری از تاسیسات آب و نیز از زحمات بی دریغ جناب آقای رضوان کریمی بهره بردار محترم و سایر عوامل امور آب و فاضلاب شهرستان دلیرجان و جناب مهندس محمد وکیلی کارشناس محترم طراحی تاسیسات شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی در راستای مدل‌سازی شبکه تقدیر و تشکر می‌شود.

۷- مراجع

1. Fontana N., Giugni M., Glielmo L., Marini G., Verrilli F., (2017). *A lab prototype of pressure control in water distribution networks*. IFAC PapersOnLine 50-1, pp.15373-15378.
2. Wright, R., Pappas, P., & Stoianov, I. (2015). Experimental investigation of resilience and pressure management in water distribution networks. *Procedia Engineering*, 119, pp.643-652.
3. Dai, P. D., & Li, P. (2014). Optimal localization of pressure reducing valves in water distribution systems by a reformulation approach. *Water resources management*, 28(10), pp.3057-3074.
4. Freni G., De Marchis M., Dalle Nogare G., Napoli E. (2012). *Implementation of pressure reduction valves in a dynamic water distribution system numerical model*. In Proceedings of the 10th International Conference on Hydroinformatics, pp.14-18.
5. Simpson, A. R., Dandy, G. C., & Murphy, L. J. (1994). *Genetic algorithms compared to other techniques for pipe optimization*. *Journal of water resources planning and management*, 120(4), pp.423-443.
6. Koor, M., Puust, R., & Vassiljev, A. (2014). *Database driven updatable hydraulic model for decision making*. *Procedia Engineering*, 70, pp.959-968.