



UNIVERSITETI I PRISHTINËS
UNIVERSITY OF PRISTINA
FAKULTETI I INXHINIERISË SË NDËRTIMIT – CIVIL ENGINEERING FACULTY

Rr. Agim Ramadani, Ndërtesa e "Fakulteteve Teknike", 10000 Prishtinë, Kosovë
Tel: +383 38 554 899 URL: <https://fin.uni-pr.edu> e-mail: fin@uni-pr.edu

Ref. nr.

4698/2

Prishtinë

23.06.2026

Formulari F3

**RAPORT VLERËSIMI TË DORËSHKRIMIT TË PUNIMIT TE DIPLOMËS
MASTER**

FAKULTETI I INXHINIERISË SË NDËRTIMIT

Vendimi i Këshillit të FIN-it	Nr.	1/1334	Date	18.03.2026
Komisioni vlerësues sipas vendimit të këshillit	Prof. Dr. Laura Kusari			Kryetar
	Prof. Asoc. Dr. Lavdim Osmanaj			Mentor
	Prof. Ass. Dr. Arban Berisha			Anëtar
Emri i projekt propozimit i miratuar sipas vendimit të këshillit të FIN.	<i>Modelimi hidraulik i rrjetit të ujësjellësit për lagjen Dardania në qytetin e Prizrenit</i>			
Vlerësimi i dorëshkrimit	Të punimit të diplomës për kandidatin Ilir Prekupi, BSc., në programin e studimeve Master, drejtimi Hidroteknikë. Komisioni i emëruar dhe i miratuar nga Këshilli i Fakultetit të Inxhinierisë së Ndërtimit, me vendimin nr. _____ të datës _____, lidhur me punimin e diplomës me titull: "Modelimi hidraulik i rrjetit të ujësjellësit për lagjen Dardania në qytetin e Prizrenit" të kandidatit Ilir Prekupi, pas vlerësimit të dorëshkrimit, në përbërje: 1. Prof. Dr. Laura Kusari, kryetar 2. Prof. Asoc. Dr. Lavdim Osmanaj, mentor 3. Prof. Ass. Dr. Arban Berisha, anëtar Këshillit të Fakultetit të Inxhinierisë së Ndërtimit në Prishtinë ia paraqet këtë: RAPORT I. Analiza e punimit: Punimi master me titull "Modelimi hidraulik i rrjetit të ujësjellësit për lagjen Dardania në qytetin e Prizrenit" i kandidatit Ilir Prekupi, drejtimi Hidroteknikë, përmban rreth 120 faqe të shkruara, duke përfshirë figurat, tabelat, grafikët, përfundimet, rekomandimet dhe referencat e literaturës së shfrytëzuara. Dorëshkrimi trajton modelimin hidraulik të rrjetit të ujësjellësit për lagjen Dardania në qytetin e Prizrenit, me qëllim vlerësimin e performancës së sistemit në kushte të ndryshme operative dhe identifikimin e pikave kritike të rrjetit. Në aspektin metodologjik, punimi mbështetet në ndërtimin e një modeli hidraulik numerik në softuerin WaterCAD, duke përdorur të dhëna për topologjinë e rrjetit, diametrat dhe materialet e tubacioneve, kuotat e terrenit, rezervuarët, valvolat, kërkesën për			



UNIVERSITETI I PRISHTINËS
UNIVERSITY OF PRISTINA
FAKULTETI I INXHINIERISË SË NDËRTIMIT – CIVIL ENGINEERING FACULTY
Rr. Agim Ramadani, Ndërtesa e "Fakulteteve Teknike", 10000 Prishtinë, Kosovë
Tel: +383 38 554 899 URL: <https://fin.uni-pr.edu> e-mail: fin@uni-pr.edu

Ref. nr. _____

Prishtinë ____/____/____

ujë dhe skenarët e funksionimit. Analiza është zhvilluar përmes qasjeve Demand Driven Analysis, Pressure Driven Analysis dhe Extended Period Simulation, të cilat mundësojnë krahasimin ndërmjet sjelljes teorike të rrjetit dhe kushteve më realiste të furnizimit.

Punimi trajton në mënyrë të veçantë rolin e presionit në performancën e rrjetit, ndikimin e variacionit ditor të konsumit, funksionimin e rezervuarëve, efektin e valvolës reduktuese të presionit dhe ndryshimin e rezultateve ndërmjet skenarëve me valvola të hapura dhe të mbyllura. Kandidati ka paraqitur rezultate për presionet në nyje, prurjet dhe shpejtësitë në tubacione, izobaret e presionit, sjelljen e linjave magjistrale dhe ndikimin e analizës së bazuar në presion në furnizimin real të konsumatorëve.

Në paraqitjen e tij tërësore punimi është i ndarë në gjashtë kapituj kryesorë, me pjesë hyrëse, abstrakt në gjuhën shqipe dhe angleze, lista të figurave, tabelave, grafikëve, simboleve dhe shkurtesave, si dhe pjesën e referencave. Struktura e punimit ndjek rrjedhën nga baza teorike dhe qëllimi i hulumtimit drejt ndërtimit të modelit, analizës së rezultateve dhe formulimit të përfundimeve dhe rekomandimeve.

Në kapitullin e parë kandidati paraqet sfondin e problemit, rolin e modelimit hidraulik në menaxhimin e sistemeve të furnizimit me ujë, parametrat kryesorë të analizës, problematikën e modelimit në Kosovë, qëllimin, objektivat dhe rëndësinë e studimit.

Në kapitullin e dytë paraqitet shqyrtimi i literaturës dhe baza teorike për sistemet e furnizimit me ujë, analizën hidraulike, kufizimet e modeleve teorike, qasjet tradicionale dhe moderne të analizës së rrjeteve, elementet kryesore të modelit hidraulik, simulimet në gjendje të qëndrueshme, analizën në kohë, skenarët, alternativat, humbjet e ujit, menaxhimin e presionit dhe optimizimin e rrjeteve të ujësjellësit.

Në kapitullin e tretë kandidati e përcakton qëllimin e hulumtimit dhe objektivat specifike të punimit, me fokus në ndërtimin e modelit hidraulik të rrjetit të lagjes Dardania, analizimin e shpërndarjes së presionit dhe prurjes, realizimin e simulimeve Steady State dhe EPS, identifikimin e pikave kritike dhe vlerësimin e mundësive për optimizim të funksionimit të rrjetit.

Në kapitullin e katërt trajtohen sfidat e menaxhimit të sistemeve të furnizimit me ujë dhe roli i modelimit hidraulik në optimizimin e rrjeteve. Kapitulli thekson kompleksitetin e rrjeteve urbane, variacionin e kërkesës, menaxhimin e presionit, humbjet e ujit dhe nevojën për modele të besueshme si instrumente të vendimmarrjes teknike dhe operative.

Në kapitullin e pestë paraqiten rezultatet e hulumtimit për rrjetin e ujësjellësit në lagjen Dardania në Prizren. Kandidati përshkruan zonën e studimit, rolin e KRU Hidroregjioni Jugor, karakteristikat



UNIVERSITETI I PRISHTINËS
UNIVERSITY OF PRISTINA
FAKULTETI I INXHINIERISË SË NDËRTIMIT – CIVIL ENGINEERING FACULTY
Rr. Agim Ramadani, Ndërtesa e "Fakulteteve Teknike", 10000 Prishtinë, Kosovë
Tel: +383 38 554 899 URL: <https://fin.uni-pr.edu> e-mail: fin@uni-pr.edu

Ref. nr. _____

Prishtinë ____/____/____

e lagjes, rrjetin e ujësjellësit, ndërtimin e modelit në WaterCAD, procedurën e përgatitjes së të dhënave dhe ndarjen e analizave hidraulike në DDA dhe PDA.

Rezultatet e kapitullit të pestë tregojnë se rrjeti në përgjithësi funksionon me presione të kënaqshme në zonën e banimit, ndërsa në linjat magjistrale dhe në disa nyje të veçanta paraqiten vlera kufitare që kërkojnë vëmendje gjatë interpretimit teknik. Analiza EPS ka shërbyer për të vlerësuar periudhat me konsum minimal dhe maksimal, ndërsa PDA ka mundësuar identifikimin më realist të deficitit të mundshëm të furnizimit në kushte presioni të ulët.

Në kapitullin e gjashtë paraqiten përfundimet dhe rekomandimet. Kandidati konstaton rëndësinë e modelimit hidraulik për kontrollin e presionit, analizën e skenarëve, identifikimin e pikave kritike dhe përmirësimin e menaxhimit të rrjetit. Rekomandimet lidhen me përdorimin e modeleve të kalibruara, përditësimin e të dhënave teknike, kontrollin e valvolave, verifikimet në terren dhe përdorimin e analizave të bazuara në presion për vendimmarrje më realiste.

II. Vlerësimi dhe Propozimi i Komisionit

Në bazë të analizës së dorëshkrimit, komisioni vlerëson se kandidati ka shfaqur me sukses një temë të rëndësishme të fushës së hidroteknikës, përkatësisht modelimin hidraulik të rrjeteve të ujësjellësit dhe përdorimin e tij për analizë dhe vendimmarrje teknike. Punimi ka qasje praktike, mbështetet në të dhëna reale të rrjetit dhe përdor mjete bashkëkohore të modelimit hidraulik.

Komisioni konsideron se kandidati ka treguar njohuri të mjaftueshme teorike dhe praktike në ndërtimin e modelit hidraulik, përpunimin e të dhënave hyrëse, analizimin e presionit dhe prurjeve, krahasimin e qasjeve DDA dhe PDA, si dhe interpretimin e rezultateve për nevojat të menaxhimit të rrjetit. Nga aspekti teknik dhe akademik, punimi është në nivel të përshtatshëm për mbrojtje publike para komisionit.

Konkluzionet dhe rekomandimet e dhëna në fund të punimit konsiderohen të rëndësishme për përmirësimin e funksionimit të rrjetit të ujësjellësit në zonën e studiuar. Po ashtu, komisioni vlerëson se materiali i shkruar është i strukturuar në mënyrë të rregullt dhe i referohet burimeve të përdorura në përputhje me kërkesat akademike për punim diplome të nivelit Master.

III. Propozim

Komisioni për vlerësimin e punimit master me titull "Modelimi hidraulik i rrjetit të ujësjellësit për lagjen Dardania në qytetin e Prizrenit" të kandidatit Ilir Prekupi, drejtimi Hidroteknikë, konstaton se punimi i dorëzuar i plotëson kushtet të cilat kërkojnë me Ligjin për Arsimin e Lartë dhe Rregulloren për Studime Master të Fakultetit të Inxhinierisë së Ndërtimit. Prandaj, komisioni i propozon Këshillit të Fakultetit të Inxhinierisë së Ndërtimit në



UNIVERSITETI I PRISHTINËS
UNIVERSITY OF PRISTINA
FAKULTETI I INXHINIERISË SË NDËRTIMIT – CIVIL ENGINEERING FACULTY
Rr. Agim Ramadani, Ndërtesa e "Fakulteteve Teknike", 10000 Prishtinë, Kosovë
Tel: +383 38 554 899 URL: <https://fin.uni-pr.edu> e-mail: fin@uni-pr.edu

Ref. nr. _____

Prishtinë ____/____/____

Prishtinë që këtë raport ta aprovojë dhe të vazhdojë procedurën për mbrojtje publike të punimit.

Data e hartimit/nënshkrimit të raportit 18 qershor 2026

Komisioni Vlerësues:

1. 
/ Prof. Dr. Laura Kusari, kryetar/

2. 
/ Prof. Asoc. Dr. Lavdim Osmanaj, mentor/

3. 
/ Prof. Ass. Dr. Arban Berisha, anëtar/

P.S. Sipas rregullores nr. 1/334 të datës 31 maj 2023, për studime Master, neni 11, alineja 5, Raporti i Vlerësimit duhet të hartohet në afat prej 15 ditëve, i nënshkruar nga tre anëtarët e komisionit vlerësues, dorëzohet dhe protokollohet tek arkiva e FIN.

Pranuar me: 19.08.2016			
Nj. org.	Numbër	Shtojca	Vlera
06	1652/1	-	-

ABSTRAKT

Ky punim trajton modelimin hidraulik të rrjetit të ujësjellësit për lagjen Dardania në qytetin e Prizrenit, me qëllim analizimin e performancës së sistemit në kushte të ndryshme operative dhe identifikimin e pikave kritike në rrjet. Rrjetet moderne të furnizimit me ujë kërkojnë përdorimin e metodave të avancuara të analizës për të siguruar furnizim të qëndrueshëm dhe efikas për konsumatorët, veçanërisht në kushtet e rritjes së kërkesës dhe kompleksitetit të sistemeve.

Në këtë studim është përdorur modeli hidraulik përmes softuerit WaterCAD, duke ndërtuar një model numerik të rrjetit bazuar në të dhënat ekzistuese të infrastrukturës, përfshirë topologjinë e rrjetit, diametrat e tubacioneve, karakteristikat hidraulike dhe kërkesat për ujë. Analiza është realizuar përmes dy qasjeve kryesore: Demand Driven Analysis (DDA) dhe Pressure Driven Analysis (PDA), duke mundësuar krahasimin ndërmjet një modeli ideal dhe një modeli më realist të funksionimit të rrjetit.

Gjithashtu, është zbatuar analiza me periudhë të zgjatur (Extended Period Simulation – EPS), e cila lejon studimin e ndryshimeve të parametrave hidraulikë gjatë kohës, duke marrë parasysh variacionet ditore të konsumit. Përmes kësaj analize janë identifikuar periudhat kritike të funksionimit të sistemit, si dhe është vlerësuar ndikimi i presionit në furnizimin real me ujë në nyje të ndryshme të rrjetit.

Rezultatet e analizës tregojnë se në kushte të caktuara operative, sidomos gjatë periudhave me kërkesë të lartë, presioni në disa zona të rrjetit bie ndjeshëm, duke çuar në reduktim të furnizimit në kuadër të analizës PDA. Kjo tregon rëndësinë e përdorimit të modeleve të bazuara në presion për një vlerësim më realist të performancës së sistemit.

Në përfundim, ky studim thekson rëndësinë e modelimit hidraulik si një mjet thelbësor për projektimin, analizën dhe menaxhimin e rrjeteve të ujësjellësit, duke ofruar rekomandime për përmirësimin e funksionimit të sistemit dhe rritjen e besueshmërisë së furnizimit me ujë në zonën e studiuar.

Fjalët kyçe: Modelimi hidraulik; Rrjeti i ujës-jellësit; Demand Driven Analysis (DDA); Pressure Driven Analysis (PDA); Extended Period Simulation (EPS); Presioni; Prurja; WaterCAD; Analiza e rrjetit; Furnizimi me ujë.

Pranuar hie:	19.06.2016		
Nj. orig.	Numer	Shtojca	Vlera
06	16541	-	-

ABSTRACT

This study presents the hydraulic modeling of the water distribution network in the Dardania neighborhood of Prizren, aiming to evaluate the system performance under different operating conditions and to identify critical points within the network. Modern water supply systems require the application of advanced analytical methods to ensure reliable and efficient water delivery, especially under increasing demand and system complexity.

The hydraulic model was developed using WaterCAD software, based on available data including network topology, pipe characteristics, elevations, and water demand patterns. The analysis was conducted using two main approaches: Demand Driven Analysis (DDA) and Pressure Driven Analysis (PDA), allowing a comparison between idealized system behavior and more realistic operating conditions.

Furthermore, Extended Period Simulation (EPS) was applied to analyze the temporal variation of hydraulic parameters, taking into account daily demand fluctuations. This approach enabled the identification of critical operational periods and the assessment of pressure impacts on actual water supply at different nodes within the network.

The results indicate that under certain conditions, particularly during peak demand periods, pressure levels in some parts of the network decrease significantly, leading to reduced water supply when analyzed using PDA. This highlights the importance of pressure-driven models in providing a more realistic representation of system performance.

In conclusion, this study emphasizes the significance of hydraulic modeling as a fundamental tool for the design, analysis, and management of water distribution systems, and provides recommendations for improving system performance and ensuring reliable water supply in the study area.

Key words: Hydraulic modeling; Water distribution network; Demand Driven Analysis (DDA); Pressure Driven Analysis (PDA); Extended Period Simulation (EPS); Pressure; Flow; WaterCAD; Network analysis; Water supply

UNIVERSITETI I PRISHTINËS
FAKULTETI I INJENIERISË SË NDERTIMIT
PROGRAMI STUDIMOR – HIDROTEKNIKË
NIVELI I STUDIMEVE – MASTER



PUNIM DIPLOME
TEMA:
MODELIMI HIDRAULIK I RRJETIT TË UJËSJELLËSIT PËR LAGJEN
DARDANIA NË QYTETIN E PRIZRENIT

Mentor:

Prof. Asoc .Dr. Lavdim OSMANAJ

Kandidati:

Bsc.Ilir PREKUPI

Qershor, 2026

Prishtinë

UNIVERSITY OF PRISTINA
CIVIL ENGINEERING FACULTY
DEPARTAMENT OF HYDROTECHNICS
STUDY PROGRAM – MASTER



MASTER THESIS

TOPIC:

**HYDRAULIC MODELING OF THE WATER SUPPLY NETWORK FOR
DARDANIA AREA IN THE CITY OF PRIZREN**

Mentor:

Prof. Asoc .Dr. Lavdim OSMANAJ

Kandidati:

Bsc.Ilir PREKUPI

June, 2026

Prishtinë

Komisioni:

Prof.Asoc. Dr. Lavdim Osmanaj

(Mentor)

Prof.Dr. Laura Kusari

(Kryetar)

Prof. Ass. Dr. Arban Berisha

(Anëtar)

PËRMBAJTJA

FALENDERIME.....	7
ABSTRAKT	8
ABSTRACT.....	10
LISTA E FIGURAVE.....	11
LISTA E TABELAVE	12
LISTA E GRAFIKËVE.....	13
LISTA E SIMBOLEVE	14
LISTA E SHKURTESAVE	16
1. HYRJE	17
1.2 Roli i modelimit hidraulik në menaxhimin e sistemeve	17
1.3 Parametrat kryesorë të analizës hidraulike	18
1.4 Problematika e modelimit në Kosovë.....	18
1.5 Qëllimi dhe objektivat e studimit.....	19
1.6 Rëndësia e studimit.....	19
2. SHQYRTIMI I LITERATURËS.....	20
2.1 Sistemet e furnizimit me ujë dhe kompleksiteti i tyre	20
2.2 Analiza hidraulike dhe kufizimet e modeleve teorike	21
2.3 Qasjet tradicionale dhe moderne në analizën e rrjeteve.....	23
2.4 Modelet hidraulike si mjete analitike dhe vendimmarrëse	25
2.5.Parametrat themelor në ndërtimin e modelit hidraulik	25
2.5.1. Burimet e ujit (Reservoir)	26
2.5.2.Depot e ujit-rezervuarët rregullues	27
2.5.3.Nyjet e modelit-Junction.....	28

2.5.4.Tubacionet.....	29
2.5.5.Valvolat	31
2.5.6..Të dhënat e domosdoshme për modelin.....	34
2.5.7.Të dhënat e rëndësishme, por jo të domosdoshme	35
2.6. Llojet e simulimeve të modeleve hidraulike	35
2.6.1.Simulimi i rrjedhjes së qëndrueshme (Steady-State Simulation)	37
2.6.1. Analiza në kohë (Extended Period Simulation – EPS)	38
2.7. Skenarët dhe alternativat e një modeli hidraulik.....	41
2.7.1.Skenarët e funksionimit të sistemit të furnizimit me ujë	41
2.7.2.Alternativat	43
2.8 Diskutim kritik i literaturës.....	44
2.9 Humbjet e ujit dhe ndikimi i tyre në modelim.....	44
2.10 Menaxhimi i presionit dhe optimizimi i rrjetit.....	45
2.11 Optimizimi i rrjeteve të ujësjellësit.....	46
2.12 Perspektiva moderne dhe zhvillimet e ardhshme.....	46
2.13 Përfundim i kapitullit	47
3.QËLLIMI I HULUMTIMIT	48
4.SFIDAT E MENAXHIMIT TË SISTEMEVE TË FURNIZIMIT ME UJË DHE ROLI I MODELIMIT HIDRAULIK	49
4.1. Problemet kryesore në rrjetet e ujësjellësit	49
4.2.Roli i modelimit hidraulik në optimizimin e rrjeteve të ujësjellësve.....	52
5.REZULTATET E HULUMTIMIT – MODELIMI HIDRAULIK I RRJETIT TË UJËSJELLËSIT NË LAGJEN DARDANIA - PRIZREN	56
5.1. Përshkrimi i zonës së studimit	56
5.2. Kompania rajonale e ujësjellësit “Hidroregjioni Jugor” SH.A.....	57
5.3. Lagjia Dardania.....	58

5.4. Rrjeti i ujësjellësit të zonës së studimit.....	59
5.5. Ndërtimi i modelit hidraulik të lagjes Dardania	64
5.5.1.Hartat dhe matjet topografike	64
5.5.2.Të dhënat përshkimore	65
5.6. Prodecura e ndërtimit të modelit hidraulik	67
5.6.1. Përgatitja e të dhënave për ndërtimin e modelit.....	67
5.6.2. Ndërtimi i modelit hidraulik	67
5.7. Ndarja e analizave hidraulike.....	75
5.7.1. Analiza e bazuar në kërkesë - Demand Driven Analysis (DDA).....	76
5.7.2. Analiza e bazuar në presion - Pressure Driven Analysis (PDA).....	104
6. PËRFUNDIME DHE REKOMANDIME	115
6.1. Përfundime.....	115
6.2. Rekomandime	116
REFERENCAT	118

FALENDERIME

*Falënderoj para së gjithash **Zotin e Madhëruar**, i Cili më dhuroi shëndet, forcë dhe këmbëngulje për ta realizuar ëndrrën time drejt Inxhinierisë së Ndërtimit – një rrugëtim i gjatë, me sfida dhe sakrifica, por i mbushur me shpresë, motiv dhe besim për të ecur përpara.*

Falënderim i veçantë i takon familjes sime(nënës,babait,vëllaut),të cilët më përkrahën që nga fillimi i këtij rrugëtimi dhe vazhdojnë të më përkrahin për të arritur qëllimet e mia jetësore dhe profesionale.Pa përkrahjen e tyre të vazhdueshme nuk do të ishte e mundur arritja e këtij suksesi.

Falënderimi im i veçantë i shkon të fejuarës sime Fatjonës , të cilën pata fatin ta njoh në këtë fakultet , dhe është jo vetëm pjesë e këtij rrugëtimi akademik, por edhe arsyeja më e bukur që ky udhëtim ka kuptim.

Falënderim u takon të gjithë atyre që sakrifikuan gjithçka nga vetja e tyre që vendi ynë të jetë i lirë dhe që gjeneratat e reja të këtij vendi të jetojnë dhe shkollohen lirshëm.Pa veprën dhe sakrificën e tyre as ky sukses nuk do të ishte i mundur.

Falënderim i veçantë shkon për Prof.Asoc.Dr.Lavdim Osmanaj, i cili gjatë gjithë kohës së studimeve më përkrahu dhe ishte shtylla kryesore e përkrahjes akademike gjatë këtyre viteve të studimeve pranë Fakultetit të Inxhinierisë së Ndërtimit.

Falënderim tjetër shkon për të gjithë miqët dhe kolegët,të cilët më përkrahën vazhdimisht si në aspektin personal ashtu edhe profesional,përkrahje e cila ishte kyçe në arritjen e këtij suksesi.

ABSTRAKT

Ky punim trajton modelimin hidraulik të rrjetit të ujësjellësit për lagjen Dardania në qytetin e Prizrenit, me qëllim analizimin e performancës së sistemit në kushte të ndryshme operative dhe identifikimin e pikave kritike në rrjet. Rrjetet moderne të furnizimit me ujë kërkojnë përdorimin e metodave të avancuara të analizës për të siguruar furnizim të qëndrueshëm dhe efikas për konsumatorët, veçanërisht në kushtet e rritjes së kërkesës dhe kompleksitetit të sistemeve.

Në këtë studim është përdorur modeli hidraulik përmes softuerit WaterCAD, duke ndërtuar një model numerik të rrjetit bazuar në të dhënat ekzistuese të infrastrukturës, përfshirë topologjinë e rrjetit, diametrat e tubacioneve, karakteristikat hidraulike dhe kërkesat për ujë. Analiza është realizuar përmes dy qasjeve kryesore: Demand Driven Analysis (DDA) dhe Pressure Driven Analysis (PDA), duke mundësuar krahasimin ndërmjet një modeli ideal dhe një modeli më realist të funksionimit të rrjetit.

Gjithashtu, është zbatuar analiza me periudhë të zgjatur (Extended Period Simulation – EPS), e cila lejon studimin e ndryshimeve të parametrave hidraulikë gjatë kohës, duke marrë parasysh variacionet ditore të konsumit. Përmes kësaj analize janë identifikuar periudhat kritike të funksionimit të sistemit, si dhe është vlerësuar ndikimi i presionit në furnizimin real me ujë në nyje të ndryshme të rrjetit.

Rezultatet e analizës tregojnë se në kushte të caktuara operative, sidomos gjatë periudhave me kërkesë të lartë, presioni në disa zona të rrjetit bie ndjeshëm, duke çuar në reduktim të furnizimit në kuadër të analizës PDA. Kjo tregon rëndësinë e përdorimit të modeleve të bazuara në presion për një vlerësim më realist të performancës së sistemit.

Në përfundim, ky studim thekson rëndësinë e modelimit hidraulik si një mjet thelbësor për projektimin, analizën dhe menaxhimin e rrjeteve të ujësjellësit, duke ofruar rekomandime për përmirësimin e funksionimit të sistemit dhe rritjen e besueshmërisë së furnizimit me ujë në zonën e studiuar.

Fjalët kyçe: Modelimi hidraulik; Rrjeti i ujësjellësit; Demand Driven Analysis (DDA); Pressure Driven Analysis (PDA); Extended Period Simulation (EPS); Presioni; Prurja; WaterCAD; Analiza e rrjetit; Furnizimi me ujë.

ABSTRACT

This study presents the hydraulic modeling of the water distribution network in the Dardania neighborhood of Prizren, aiming to evaluate the system performance under different operating conditions and to identify critical points within the network. Modern water supply systems require the application of advanced analytical methods to ensure reliable and efficient water delivery, especially under increasing demand and system complexity.

The hydraulic model was developed using WaterCAD software, based on available data including network topology, pipe characteristics, elevations, and water demand patterns. The analysis was conducted using two main approaches: Demand Driven Analysis (DDA) and Pressure Driven Analysis (PDA), allowing a comparison between idealized system behavior and more realistic operating conditions.

Furthermore, Extended Period Simulation (EPS) was applied to analyze the temporal variation of hydraulic parameters, taking into account daily demand fluctuations. This approach enabled the identification of critical operational periods and the assessment of pressure impacts on actual water supply at different nodes within the network.

The results indicate that under certain conditions, particularly during peak demand periods, pressure levels in some parts of the network decrease significantly, leading to reduced water supply when analyzed using PDA. This highlights the importance of pressure-driven models in providing a more realistic representation of system performance.

In conclusion, this study emphasizes the significance of hydraulic modeling as a fundamental tool for the design, analysis, and management of water distribution systems, and provides recommendations for improving system performance and ensuring reliable water supply in the study area.

Key words: Hydraulic modeling; Water distribution network; Demand Driven Analysis (DDA); Pressure Driven Analysis (PDA); Extended Period Simulation (EPS); Pressure; Flow; WaterCAD; Network analysis; Water supply

LISTA E FIGURAVE

Figura 1 Paraqitja e vijës së energjisë dhe vijës hidraulike në tubacion	21
Figura 2 Faqja e parqitjes së skenarëve sipas WaterCAD.....	42
Figura 3 Faqja e alternativave sipas WaterCAD	43
Figura 4 Zonat e presionit	50
Figura 5 Paraqitja e presioneve në një rrjet ujësjellësi	51
Figura 6 Paraqitja e presioneve në sofuerin EPANET	53
Figura 7 Skema tipike e një rrjeti ujësjellësi	54
Figura 8 Planimetria e rrjetit sipas nivelit të presionit dhe kohës së instalimit	55
Figura 9 Paraqitja e zonës së studimit	56
Figura 10 Planimetria e rrjetit të ujësjellësit të lagjes Dardamoa-Prizren	61
Figura 11 Skema e furnizimit me ujë e zonës së studimit	62
Figura 12 Të dhënat e rezervuarit nr.1	72
Figura 13 Të dhënat e rezervuarit nr.2	73
Figura 14 Vendndodhja e valvolës izoluese "ISO-03"	75
Figura 15 Paraqitja e përcaktimit të prurjes nyjore nga prurjes rrugore	79
Figura 16 Paraqitja e izobareve në planimetrinë e rrjetit-Skenari 1	90
Figura 17 Paraqitja e izobareve në planimetrinë e rrjetit- Skenari 2	96
Figura 18 Skema themelore e simulimit EPS në kuadër të DDA	99
Figura 19 Pozita e nyjes "J-41" në planimetri	111
Figura 20 Zona që mbetet pa furnizim me skenarin 3	114

LISTA E TABELAVE

Tabela 1 Elementet themelore në krijimin e modelit hidraulik.....	33
Tabela 2 Llojet e humbjeve të ujit	45
Tabela 3 Tabela e koeficientëve orar për kërkesën e ujit për qytetet mbi 100 000 banorë	66
Tabela 4 Tabela e njësive të WaterCAD	69
Tabela 5 Tabela për zgjedhjen e materialit të tubacioneve	71
Tabela 6 Karakteristikat e tubacioneve	74
Tabela 7 Paraqitja e prurjeve të simulimit Steady-State	80
Tabela 8 Rezultatet e modelimit hidraulik në nyje sipas simulimit SSS në kuadër të DDA- Skenari 1.....	83
Tabela 9 Rezultatet e modelimit hidraulik në tubacione sipas simulimit SSS në kuadër të DDA- Skenari 1	89
Tabela 10 Ndryshueshmëria orare e kërkesës për ujë për zonën e studimit	100

LISTA E GRAFIKËVE

Grafiku 1 Diagrami i Moody-t	22
Grafiku 2 Dallimi mes grafikut DDA dhe PDA	24
Grafiku 3 Ndryshimi i kërkesës për ujë dhe presionet gjatë ditës	39
Grafiku 4 Grafiku i presioneve për linjën magjistrale që vie nga rezervuari në verilindje të kalasë së Prizrenit-Skenari 1	91
Grafiku 5 Grafiku i presioneve për linjën magjistrale që vie nga rezervuari në lindje të kalasë së Prizrenit-Skenari 1	92
Grafiku 6 Efekti i PRV në reduktimin e presionit-Skenari 1	93
Grafiku 7 Grafiku i presioneve në një pjesë të zonës së studimit-Skenari 1	94
Grafiku 8 Grafiku i presioneve në një pjesë të zonës së studimit-Skenari 2	95
Grafiku 9 Grafiku i presioneve në linjën më fundore të lagjes-Skenari 2	96
Grafiku 10 Grafiku i presionit të linjës magjistrale që vie nga rezervuari në verilindje gjatë simulimit EPS- Skenari 1-konsumi minimal	101
Grafiku 11 Ndryshimi i presionit të nyjes "J-92" në intercale kohore-Skenari 1	102
Grafiku 12 Grafiku i presionit të linjës që vie nga rezervuari në lindje të Kalasë së Prizrenit nga simulimi EPS në kuadër të DDA- Skenari 1- Konsumi maksimal	103
Grafiku 13 Marrëdhënia ndërmjet presionit dhe prurjes në analizën e bazuar në presion (PDA)	106
Grafiku 14 Grafiku i ndryshimit orar të presionit të nyjës "J-41"- Skenari 1	112
Grafiku 15 Frafiku i deficitit të prurjes gjatë intercvaleve orare në nyjen "J-41"- Skenari 1	113

LISTA E SIMBOLEVE

Q – Prurja (debiti i ujit) (L/s)

Q_{req} – Prurja e kërkuar (L/s)

Q_{real} – Prurja reale e furnizuar (L/s)

Q_{fund} – Prurja përfundimtare sipas analizës PDA (L/s)

P – Presioni në nyje (bar)

P_{min} – Presioni minimal i lejuar (bar)

P_{req} – Presioni i kërkuar për furnizim normal (bar)

H – Ngarkesa hidraulike totale (m)

HGL – Vija e nivelit hidraulik (m)

h – Lartësia e presionit (m)

h_f – Humbjet e energjisë përgjatë gypit (m)

h_L – Humbja totale e energjisë (m)

z – Kuota gjeodezike (elevacioni i nyjes) (m)

v – Shpejtësia e rrjedhës në gyp (m/s)

D – Diametri i gypit (mm)

L – Gjatësia e gypit (m)

C – Koeficienti i Hazen-Williams (-)

f – Koeficienti i fërkimit sipas Darcy-Weisbach (-)

Re – Numri i Reynolds (-)

g – Përshpejtimi gravitacional (m/s²)

γ – Eksponenti i funksionit në analizën PDA (-)

t – Koha (h)

ΔQ – Diferenca ndërmjet prurjes së kërkuar dhe asaj reale (deficiti i prurjes) (L/s)

η – Efikasiteti i pajisjeve hidraulike (-)

ΣQ – Shuma e prurjeve në një nyje (kushti i vazhdimësisë) (L/s)

LISTA E SHKURTESAVE

WWA – American Water Works Association (Shoqata Amerikane e Ujësjiellësve)

CAD – Computer-Aided Design (Projektim i asistuar nga kompjuteri)

DMA – District Metered Area (Zonë e monitoruar me matje)

DDA – Demand Driven Analysis (Analiza e bazuar në kërkesë)

PDA – Pressure Driven Analysis (Analiza e bazuar në presion)

EPS – Extended Period Simulation (Simulim në periudhë kohore)

GIS – Geographic Information System (Sistemi Informativ Gjeografik)

HGL – Hydraulic Grade Line (Vija hidraulike e energjisë)

ID – Inner Diameter (Diametri i brendshëm)

OD – Outer Diameter (Diametri i jashtëm)

DN – Diameter Nominal (Diametri nominal)

NRW – Non-Revenue Water (Ujë pa të ardhura)

PRV – Pressure Reducing Valve (Valvul reduktuese e presionit)

SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition (Sistem mbikëqyrës dhe i mbledhjes së të dhënave)

WDS – Water Distribution System (Sistem i shpërndarjes së ujit)

WDN – Water Distribution Network (Rrjet i ujësjiellësit)

WaterCAD – Software for hydraulic modeling of water distribution systems (Softuer për modelim hidraulik të rrjeteve të ujësjiellësit)

EPANET – Software for simulation of water distribution networks (Softuer për simulim të rrjeteve të ujësjiellësit)

EN – European Standards (Standardet Evropiane)

1. HYRJE

1.1 Sfondi i problemit

Modelimi hidraulik i rrjeteve të ujësjellësit përbën një komponent thelbësor në projektimin, analizën dhe menaxhimin e sistemeve moderne të furnizimit me ujë. Në dekadat e fundit, zhvillimi i teknologjisë dhe i softuerëve të specializuar ka bërë të mundur ndërtimin e modeleve matematikore të avancuara, të cilat ofrojnë rezultate të sakta dhe të besueshme për sjelljen hidraulike të rrjeteve [3].

Në të kaluarën, analiza e rrjeteve të ujësjellësit mbështetej kryesisht në metoda manuale dhe në modele fizike, të cilat ishin të kufizuara për shkak të kompleksitetit të rrjeteve dhe shtrirjes së tyre të madhe gjeografike. Me zhvillimin e softuerëve si EPANET dhe WaterCAD, është bërë e mundur simulimi i detajuar i parametrave hidraulikë, duke përfshirë rrjedhën, presionin dhe humbjet e energjisë në rrjet [3].

Softuerët modernë nuk përfaqësojnë më vetëm një mjet për projektim, por janë bërë pjesë integrale e menaxhimit të sistemeve të ujësjellësit. Ata mundësojnë krijimin e skenarëve të ndryshëm të funksionimit dhe analizën e performancës së sistemit në kushte normale dhe emergjente [1]

1.2 Roli i modelimit hidraulik në menaxhimin e sistemeve

Përveç analizës hidraulike, modelet moderne janë avancuar ndjeshëm edhe në aspektin e menaxhimit të rrjeteve të ujësjellësit. Një nga zhvillimet më të rëndësishme është integrimi i modeleve hidraulike me sistemet SCADA, të cilat ofrojnë të dhëna në kohë reale mbi funksionimin e sistemit, si presioni, rrjedha dhe nivelet e rezervuarëve [3].

Ky integrim mundëson monitorim të vazhdueshëm dhe optimizim të operimit të rrjetit, duke përmirësuar efikasitetin dhe duke reduktuar humbjet e ujit. Në këtë mënyrë, modelimi hidraulik shndërrohet nga një mjet analitik në një mjet të fuqishëm vendimmarrës.

Një tjetër aspekt i rëndësishëm është analiza e cilësisë së ujit në rrjet. Modelet hidraulike moderne mundësojnë simulimin e përhapjes së substancave në rrjet dhe analizën e parametrave

kimikë të ujit në kohë reale. Kjo është veçanërisht e rëndësishme për menaxhimin operacional të sistemit, edhe pse ka rol më të kufizuar në fazën e projektimit [1].

1.3 Parametrat kryesorë të analizës hidraulike

Në modelimin hidraulik të rrjeteve të ujësjiellësit përdoren një sërë parametrash dhe analizash që mundësojnë përshkrimin e plotë të sjelljes së sistemit.

Ndër analizat kryesore përfshihen:

- simulimi i rrjedhjes së qëndrueshme (Steady-State Simulation),
- simulimi me periudhë të zgjatur (Extended Period Simulation – EPS),
- përcaktimi i hapit kohor të analizës,
- simulimi i cilësisë së ujit,
- analiza e skenarëve të ndryshëm të operimit.

Këto analiza mundësojnë një vlerësim të detajuar të performancës së rrjetit dhe identifikimin e pikave kritike, si zonat me presion të ulët ose humbje të larta të energjisë [1].

1.4 Problematika e modelimit në Kosovë

Në Kosovë, ndërtimi i modeleve hidraulike paraqet ende një sfidë të rëndësishme. Kjo lidhet kryesisht me gjendjen e rrjeteve ekzistuese dhe mungesën e të dhënave të sakta teknike.

Shumë rrjete janë të vjetruara dhe nuk kanë dokumentacion të plotë teknik, ndërsa në disa raste mungojnë të dhënat gjeodezike dhe hidraulike si:

- diametrat e saktë të tubacioneve,
- presionet në nyje,
- rrjedhat reale në sistem.

Kjo situatë është pjesërisht rezultat i kushteve historike dhe zhvillimeve pas luftës, ku ndërtimi dhe rehabilitimi i rrjeteve nuk është shoqëruar gjithmonë me dokumentim të plotë teknik. Si rezultat, modelimi hidraulik në disa zona bëhet mbi baza të pjesshme dhe kërkon kalibrim të kujdesshëm [2].

1.5 Qëllimi dhe objektivat e studimit

Qëllimi kryesor i këtij punimi është analizimi i rrjetit të ujësjellësit të lagjes Dardania në qytetin e Prizrenit dhe ndërtimi i modelit hidraulik të tij.

Ky rrjet karakterizohet si një rrjet relativisht i ri, gjë që e bën më të përshtatshëm për modelim dhe analizë, pasi disponohen më shumë të dhëna të sakta krahasuar me rrjetet e vjetra.

Përmes këtij studimi synohet:

- ndërtimi i modelit hidraulik të rrjetit,
- simulimi i kushteve të ndryshme të operimit,
- identifikimi i pikave kritike në rrjet,
- analizimi i performancës së sistemit në skenarë të ndryshëm të furnizimit.

Në këtë kuadër, do të realizohen simulime të rrjedhjes së qëndrueshme dhe analiza në kohë (EPS), duke marrë parasysh variacionet në kërkesë dhe kushtet operative të sistemit [1].

1.6 Rëndësia e studimit

Ky studim ka rëndësi të veçantë si nga aspekti akademik, ashtu edhe nga ai praktik.

Nga aspekti akademik, ai kontribuon në zgjerimin e njohurive mbi modelimin hidraulik dhe aplikimin e metodave moderne në analiza reale.

Nga aspekti praktik, rezultatet e këtij studimi mund të shërbejnë si bazë për:

- përmirësimin e menaxhimit të rrjetit,
- optimizimin e operimit të sistemit,
- planifikimin e investimeve të ardhshme.

Punimi është i organizuar në disa kapituj kryesorë. Kapitulli i parë paraqet hyrjen dhe sfondin e studimit. Kapitulli i dytë trajton shqyrtimin e literaturës dhe bazat teorike të modelimit hidraulik. Kapitujt në vijim përqendrohen në metodologjinë, ndërtimin e modelit hidraulik, analizën e rezultateve dhe nxjerrjen e konkluzioneve.

2. SHQYRTIMI I LITERATURËS

2.1 Sistemet e furnizimit me ujë dhe kompleksiteti i tyre

Sistemet e furnizimit me ujë përfaqësojnë një nga sistemet më të rëndësishme të infrastrukturës urbane dhe janë thelbësore për funksionimin normal të shoqërisë moderne. Rëndësia e tyre nuk qëndron vetëm në sigurimin e ujit të pijshëm për konsumatorët, por edhe në ndikimin e drejtpërdrejtë që kanë në shëndetin publik, zhvillimin ekonomik dhe cilësinë e jetës së popullsisë [3].

Në literaturën klasike, rrjetet e ujësjellësit trajtoheshin kryesisht si sisteme statike, ku fokusi kryesor ishte dimensionimi i tubacioneve për të përmbushur kërkesën maksimale. Megjithatë, studimet moderne kanë treguar se kjo qasje është e kufizuar dhe nuk reflekton kompleksitetin real të këtyre sistemeve. Sot, rrjetet e ujësjellësit konsiderohen si sisteme dinamike, të cilat janë të ndjeshme ndaj ndryshimeve në kohë, në kërkesë dhe në kushtet operative [3].

Një karakteristikë themelore e këtyre sistemeve është natyra e tyre jolineare. Marrëdhënia ndërmjet presionit, rrjedhës dhe kërkesës nuk është lineare, gjë që e bën analizën hidraulike më komplekse dhe kërkon përdorimin e metodave numerike për zgjidhjen e problemeve [8].

Një tjetër aspekt i rëndësishëm që trajtohet në literaturë është besueshmëria e sistemit. Swamee dhe Sharma theksojnë se rrjetet moderne duhet të projektohen duke marrë parasysh skenarë të ndryshëm operativë, duke përfshirë dështimet e komponentëve dhe ndryshimet ekstreme në kërkesë [6]. Kjo ka çuar në zhvillimin e koncepteve të reja si redundanca hidraulike dhe fleksibiliteti operacional.

Nga pikëpamja strukturore, rrjetet e ujësjellësit përbëhen nga disa komponentë kryesorë: burimi i ujit, impianti i trajtimit, rezervuarët dhe rrjeti i shpërndarjes. Rrjeti i shpërndarjes është

komponenti më kompleks dhe më i vështirë për t'u modeluar, pasi përfshin një numër të madh nyjesh dhe tubacionesh që ndërveprojnë në mënyrë dinamike [4].

2.2 Analiza hidraulike dhe kufizimet e modeleve teorike

Analiza hidraulike e rrjeteve të ujës jellësit bazohet në ligjet themelore të mekanikës së lëngjeve, si ligji i vazhdimësisë dhe ligji i energjisë. Megjithatë, literatura thekson se aplikimi i këtyre ligjeve në rrjete reale është shumë më kompleks sesa në sistemet teorike ideale.

Në teori, rrjedha në tubacione përshkruhet nga modele të thjeshta matematikore. Por në praktikë, faktorë si ashpërsia e tubacionit, ndryshimet në diametër, prania e valvulave dhe elementeve të tjera krijojnë kushte që devijojnë nga modelet ideale [6].

Një nga aspektet më të rëndësishme në analizën hidraulike është llogaritja e humbjeve të energjisë. Humbjet ndahen në humbje lineare dhe humbje lokale, dhe ndikojnë drejtpërdrejt në presionin dhe performancën e sistemit.

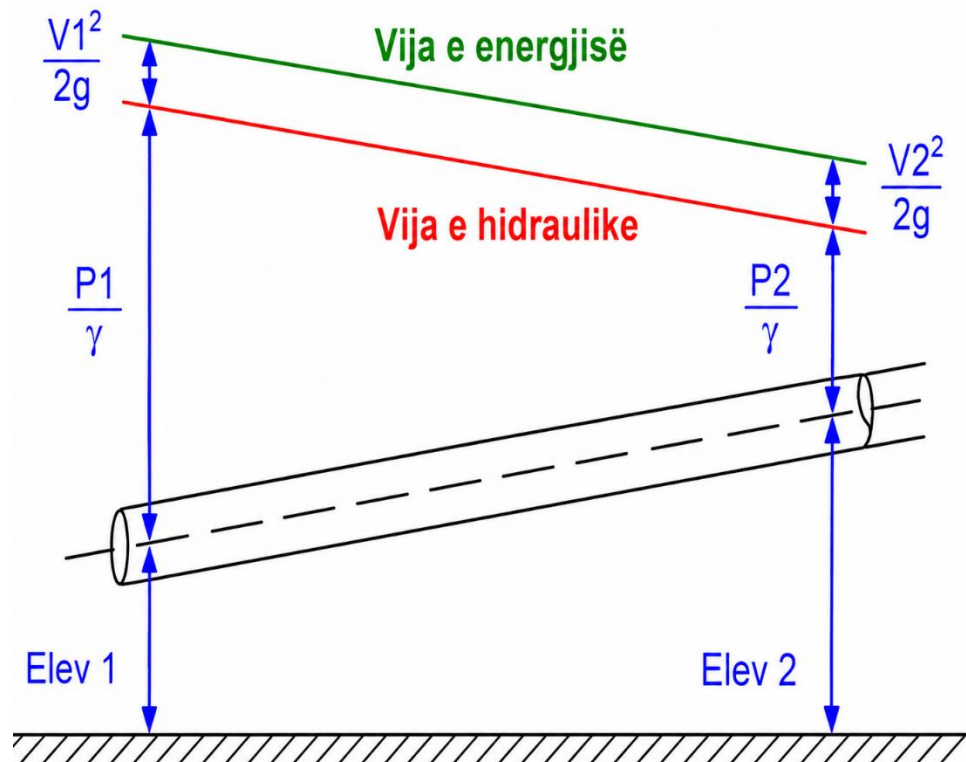
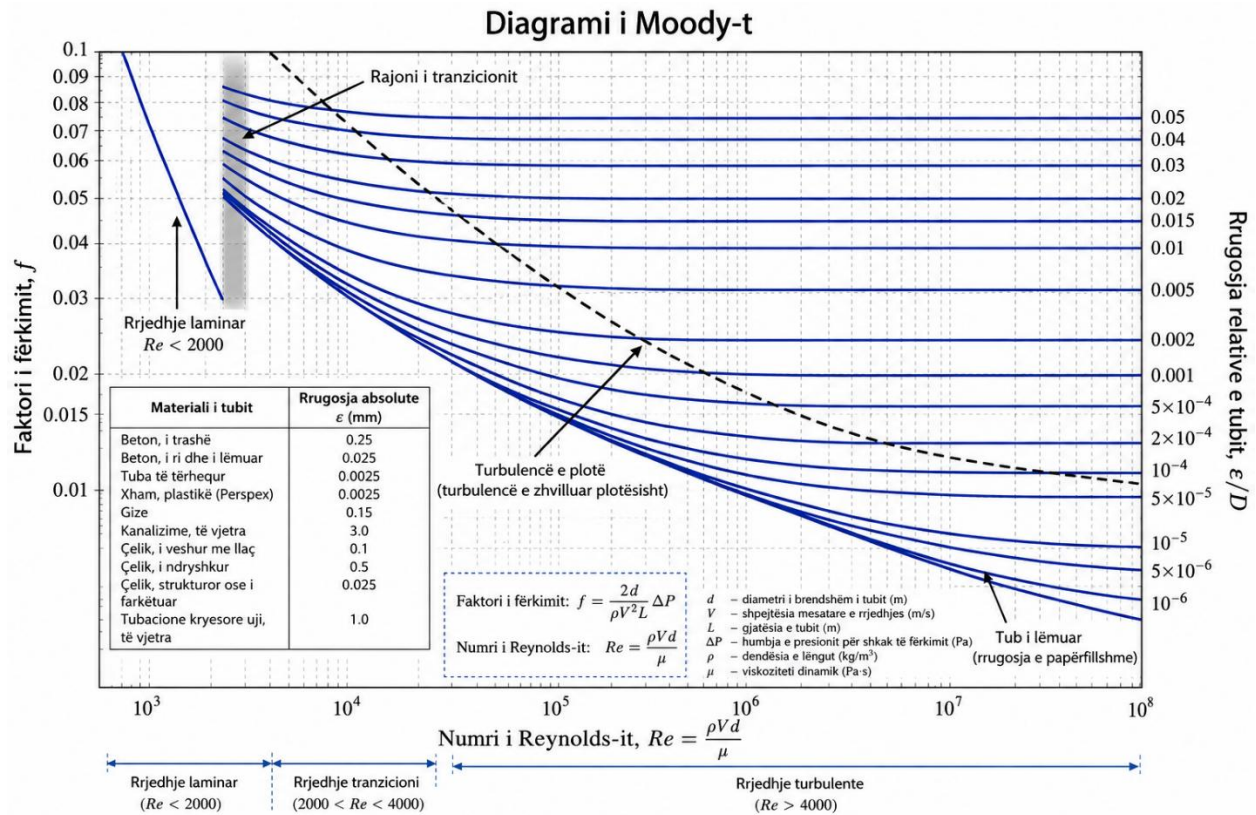


Figura 1 Paraqitja e vijës së energjisë dhe vijës hidraulike në tubacion [2]



Grafiku 1 Diagrami i Moody-t [12]

Literatura paraqet dy qasje kryesore për llogaritjen e humbjeve: formulën Hazen–Williams dhe formulën Darcy–Weisbach. Hazen–Williams është një formulë empirike dhe përdoret gjerësisht në praktikë për shkak të thjeshtësisë së saj. Megjithatë, ajo ka kufizime, veçanërisht në kushte të ndryshme temperaturash dhe për fluide të ndryshme nga uji [6].

Nga ana tjetër, Darcy–Weisbach është një formulë më e përgjithshme dhe teorikisht më e saktë, por kërkon njohjen e koeficientit të fërkimit, i cili është i vështirë për t'u përcaktuar në praktikë. Kjo ka çuar në përdorimin paralel të të dy formulave në varësi të nivelit të analizës dhe disponueshmërisë së të dhënave.

Një tjetër kufizim i modeleve teorike është supozimi i rrjedhës së qëndrueshme. Në realitet, rrjedha në rrjetet e ujësjellësit është dinamike dhe ndryshon në kohë, gjë që kërkon përdorimin e analizave në kohë (EPS).

2.3 Qasjet tradicionale dhe moderne në analizën e rrjeteve

Në literaturë dallohen qartë dy faza kryesore në zhvillimin e metodave të analizës së rrjeteve: qasjet tradicionale dhe qasjet moderne.

Metodat tradicionale, si metoda Hardy Cross, janë përdorur gjerësisht për analiza manuale të rrjeteve. Kjo metodë bazohet në korrigjimin iterativ të rrjedhave në qarqe të mbyllura dhe është relativisht e thjeshtë për t'u kuptuar. Megjithatë, ajo është e ngadaltë dhe joefikase për rrjete të mëdha [6].

Me zhvillimin e teknologjisë kompjuterike, janë zhvilluar metoda më të avancuara si Newton-Raphson, të cilat përdoren në softuerët modernë si EPANET dhe WaterCAD. Këto metoda ofrojnë zgjidhje më të shpejta dhe më të sakta, duke mundësuar analizën e rrjeteve komplekse në kohë reale [8].

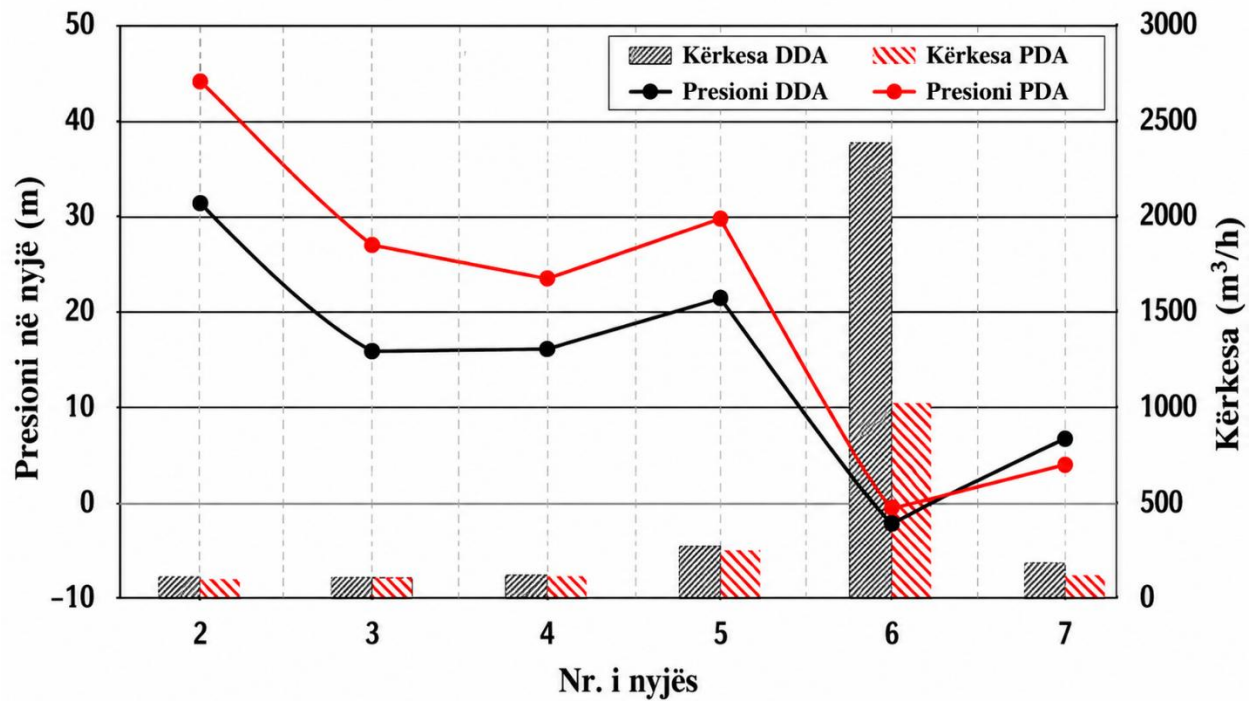
Një zhvillim tjetër i rëndësishëm është kalimi nga Demand Driven Analysis (DDA) në Pressure Driven Analysis (PDA).

Një nga zhvillimet më të rëndësishme në analizën e rrjeteve të ujësjellësit është kalimi nga qasjet e thjeshtuara drejt metodave më realiste dhe të avancuara. Në këtë kontekst, literatura bën një dallim të qartë ndërmjet analizës së bazuar në kërkesë (Demand Driven Analysis – DDA) dhe analizës së bazuar në presion (Pressure Driven Analysis – PDA).

Në qasjen DDA, supozohet që kërkesa për ujë në çdo nyje është plotësisht e përmbushur, pavarësisht nga presioni në sistem. Ky supozim e thjeshton ndjeshëm modelin matematikor dhe lejon përdorimin e algoritmeve standarde për zgjidhjen e rrjetit. Për këtë arsye, DDA është implementuar gjerësisht në softuerë si EPANET dhe përdoret ende në shumë aplikime praktike [1].

Megjithatë, literatura thekson se ky supozim nuk është realist në shumë situata operative. Në rastet kur presioni bie nën nivelin minimal të kërkuar, furnizimi me ujë nuk mund të përmbushë kërkesën e plotë, dhe kjo çon në devijime të konsiderueshme midis modelit dhe realitetit [1].

Për të adresuar këtë problem, është zhvilluar qasja PDA, e cila merr parasysh lidhjen ndërmjet presionit dhe kërkesës. Në këtë qasje, kërkesa për ujë në një nyje nuk është konstante, por varet nga presioni i disponueshëm. Kjo e bën modelin më kompleks, por edhe më realist [1].



Grafiku 2 Dallimi mes grafikut DDA dhe PDA [9]

Studimet tregojnë se PDA është veçanërisht e rëndësishme në analizën e:

- situatave emergjente (p.sh. zjarre),
- defekteve në rrjet,
- kërkesave të larta gjatë orëve të pikut.

Megjithatë, implementimi i PDA kërkon modifikime në algoritmet e zgjidhjes dhe rrit kompleksitetin numerik të modelit, gjë që mund të jetë një sfidë në aplikimet praktike [1].

2.4 Modelet hidraulike si mjete analitike dhe vendimmarrëse

Modelet hidraulike janë bërë një mjet i domosdoshëm në analizën dhe menaxhimin e rrjeteve të ujësjetllësit. Fillimisht, ato janë përdorur për qëllime projektimi, por sot ato përdoren gjerësisht edhe për operim, planifikim dhe optimizim të sistemeve [3].

Një model hidraulik përfaqëson një simulim matematikor të rrjetit real, ku komponentët fizikë si tubacionet, nyjet, rezervuarët dhe pompat përfaqësohen përmes elementeve numerike. Ky model lejon analizën e sjelljes së sistemit në kushte të ndryshme pa pasur nevojë për ndërhyrje në sistemin real [3].

Një nga avantazhet kryesore të modeleve hidraulike është aftësia për të simuluar skenarë që janë të vështirë ose të pamundur për t'u testuar në praktikë, si:

- ndërprerja e një pompe,
- dështimi i një tubacioni kryesor,
- rritja e menjëhershme e kërkesës.

Kjo i bën modelet një mjet të rëndësishëm për vendimmarrje strategjike dhe operationale [3].

Megjithatë, literatura thekson se saktësia e modelit varet drejtpërdrejt nga cilësia e të dhënave hyrëse. Parametrat si kërkesa për ujë dhe koeficienti i ashpërsisë janë shpesh të pasigurt dhe mund të ndikojnë ndjeshëm në rezultatet e simulimit [5].

Një tjetër aspekt i rëndësishëm është kalibrimi i modelit. Një model i pakalibruar mund të japë rezultate të gabuara, edhe nëse struktura e tij është e saktë. Për këtë arsye, kalibrimi konsiderohet një hap kritik në procesin e modelimit hidraulik [3].

2.5. Parametrat themelor në ndërtimin e modelit hidraulik

Ndërtimi i një modeli hidraulik paraqet mbledhjen e të dhënave fizike, topografike dhe kërkesës për ujë. Mbledhja e këtyre informacioneve kërkon qasje analitike dhe praktike në mënyrë që të kemi një kombinim të të dhënave kyçe për ndërtimin e modelit.

Në elementet që do të përmendim kemi dy lloje të të dhënave për nga domosdoshmëria e tij për ndërtimin e modelit, ku dallojmë:

1. Të dhënat e domosdoshme për ndërtimin e modelit
2. Të dhënat ë rëndësishme, por jo të domosdoshme

Bazuar në natyrën e të dhënave dallojmë:

1. Të dhënat fizike (lloji i materialeve, diametrat e tubaioneve, lloji i tokës me parametrat e saj etj.)
2. Të dhënat topografike (kuotat e terenit)
3. Të dhënat e kërkesës për ujë (kërkesa rezidenciale, e industries, e shuarjes së zjarrit etj.)

2.5.1. Burimet e ujit (Reservoir)

Burimi (-et) e ujit në modelin hidraulik quhet me termin *reservoir*, term i cili ndryshon nga kuptimi i zakonshëm i kësaj fjale në sistemin real të furnizimit me ujë. Burimi i ujit në modelin hidraulik është një nyje kufitare, e cila jep (demand) dhe merr (inflow) ujë, me sasi të mëdha dhe nuk ndikon në vijën e energjisë së nivelit të saj duke e konsideruar me nivel konstant. Praktikisht konsiderohet si burim uji i pambarueshëm, dhe pranon daljen dhe hyrjen e çdo sasi ujë.

Realisht nuk ka burime të tilla në aspektin teorik, por, në burimet e ujit nga trupat ujqorë të mëdhenj, si lumë, etj. edhe pse prurja nuk është e pafundme, sërish sasia e ujit që merret për SFU është shumë më e vogël se prurja në rrjedhjen ujqore dhe praktikisht nuk ka ndikim të ndjeshëm në nivelin e lumit, etj. Në rastin e këtij elementi, pavarësisht trupit ujqor ku merret uji, ku vija e energjisë nuk varet nga sasia e ujit apo prurja që merret në atë trup ujqor.

Në modelin hidraulik, të dhënat që mund të futen për elementin burim uji (*reservoir*) janë dy: **Vija e energjisë hidraulike dhe cilësia e ujit**. Magazinimi i ujit në këtë element të modelit hidraulik nuk aplikohet, pasi burimi siç u theksua më lart, konsiderohet si burim i pashtershëm uji.

2.5.2. Depot e ujit-rezervuarët rregullues

Rezervuari rregullues apo depoja e ujit është element me përmasa dhe parametra të caktuara dhe të kontrollueshme, dhe ndryshe nga burimi i ujit (reservoir) niveli i ujit në këtë element, luhetet ose është i ndryshueshëm në varësi të diferencës së prurjeve të hyrje – dalje së ujit nga depoja.

Ndryshe nga burimi i ujit, rezervuarët rregulluesë kanë vëllim të caktuar dhe është e mundshme që, këta rezervuarë të mbushen dhe të zbrazen tërësisht.

Në rastet e simulimit të modelit për çastin e prurjes maksimale (steady – state simulation), vija e energjisë hidraulike (HGL) e depos mbetet e pandryshueshme dhe praktikisht mund të konsiderohet edhe si nyje kufitare. Në këtë simulim, modeli llogarit shpejtësinë e hyrjes dhe daljes së ujit nga depoja dhe si rrjedhim përcaktohet edhe prurja e hyrjes dhe e daljes nga depoja. Në simulimet me periudhë të gjatë, (EPS) vija e energjisë do të ndryshojë, siç ndodh në realitet, dhe ndryshimi i saj kundrejt vëllimit të ujit në depo ndodh sipas një ligjësie të caktuar.

Rezervuari mund të jetë cilindrike me bazë rrethore ose jo cilindrike. Rezervuari në Pleshinë është me bazë katërkëndore të pandryshueshme me rritjen e lartësisë së ujit brenda tij.

Të dhënat të cilat janë futur tek karakteristikat e elementit rezervuar rregullues (*water storage tank*) të modelit hidraulik janë si më poshtë:

- a. **Kuota e tokës** së rezervuarit rregullues (*elevation*), është kuota e sipërfaqes së tokës, ku vendoset rezervuari rregullues dhe matet me [m];
- b. **Lartësia bazë** ose referente (*base or reference elevation*) është niveli nga ku maten nivelet e ujit në rezervuarin rregullues dhe matet me [m];
- c. **Niveli minimal** (*minimal elevation*) është niveli më i ulët i ujit në rezervuarin rregullues, i pranuar për matjen ose vlerësimin e vijës së energjisë;
- d. **Niveli fillestar** (*initial elevation*) është niveli fillestar i ujit brenda rezervuarit rregullues, kur kryhet simulimi hidraulik;
- e. **Niveli maksimal** (*maximum elevation*) është niveli më i lartë i ujit në rezervuarin rregullues, i cili përcaktohet nga niveli i galexhantit;
- f. **Niveli i tepërplotësit** (*overflow elevation*) është niveli në të cilin rezervuarin rregullues fillon derdhjen e ujit të tepërt, ndodhet pak më lart se niveli maksimal i ujit.

Lartësitë e sipërpërmendura të sipërfaqeve të ujit janë futur si kuota, por mund të futen edhe si nivele uji kundrejt kuotës së bazës.

2.5.3. *Nyjet e modelit-Junction*

Termi “nyje” (*junction node* ose *junction*) paraqet vendndodhjen e bashkimit të dy linjave të SFU ose në skajin e linjave fundore të rrjetit shpërndarës. Funksion tjetër i nyjes është edhe marrja e ujit (*demand*) dhe futja e ujit (*inflow*) në sistemin e furnizimit me ujë. Nyjet në modelin hidraulik nuk përfaqësojnë ndonjë element të sistemit real, pasi tubacionet lidhen me rakorderi me njëra – tjetrën, kurse prurja e kërkesës për ujë merret edhe përgjatë linjës e cila kalon afër ndërtesës së përdoruesit të ujit që kërkon prurjen e ujit. Por nga pikëpamja e modelimit, dallimet midis marrjes së ujit nga tubacione në realitet dhe nga nyja në model, ndryshojnë, por shpeshherë ky dallim ka ndikim të vogël dhe të neglizhueshëm në krahasimin midis rezultateve në modelet hidraulike dhe vlerave të matura në sistemet reale.

Të dhënat të cilat janë futur tek karakteristikat e elementit nyje (*junction*) në modelin hidraulik janë si më poshtë:

- a. **Kuota e nyjes** (*junction elevation*), e cila është një karakteristikë fizike e nyjes në modelin hidraulik dhe është kuota e aksit të tubit në skajin ku ndodhet kjo nyje.

- Zgjedhja e kuotës së nyjes duhet bërë duke e gjykuar skemën rast pas rasti, p.sh: mund të jenë 4 raste të vendosjes së kuotës: kuota e aksit të linjës në nyjen përkatëse, kuota e sipërfaqes së tokës mbi pozicionin e nyjes që është më lart se aksi i tubit, kuota e hidrantit mbi tokë, që është më lartë se sipërfaqja e tokës, si dhe kuota e tokës tek shtëpia e përdoruesit, e cila është kuota më e lartë nga të gjitha. Shtëpia lidhet me nyjen e rrjetit shpërndarës me linjën e shërbimit.

Zakonisht, vlera më e thjeshtë apo më e shpejtë për tu gjetur dhe vendosur është kuota e sipërfaqes së tokës mbi pozicionin e nyjes përkatëse, duke e marrë nga hartat gjeodezike, ose mund të llogaritet duke e marrë nga harta dhe të vendoset kuota e aksit të tubacionit.

- b. **Kërkesa e ujit** (*demand*), e cila është vendosur tek qeliza përkatëse e të dhënave të nyjes duke u shënuar si kërkesë (demand) pasi uji del nga sistemi, sepse është prurje që kërkohej nga përdoruesit pranë asaj nyjeje (mund të shënohet përveç kësaj prurjeje edhe si prurje hyrëse (inflow), në ujë hyn në sistem nga ndonjë burim uji (natyror, apo lidhje me linja të tjera jo të këtij sistemi). Në rastin e simulimeve të çastit (steady – state) vendoset vetëm prurja maksimale orare

(e konvertuar me njësinë përkatëse, psh: [litra/sekondë] tek qeliza përkatëse dhe koeficienti orar maksimal është marrë parasysh në llogaritjen e prurjes së vendosur. Për këtë arsye tek qeliza e koeficientëve orarë pranohet modeli i grafikut me vlerë fikse (e cila nga programi i modelimit konsiderohet me vlerë 1.0).

Në simulimet EPS duhet pasur parasysh që prurja që vendoset tek qeliza është prurje mesatare orare (e konvertuar me njësinë përkatëse, psh: [litra/sekondë], dhe duhen vendosur edhe koeficientët orarë në formë tabelare apo grafike tek qeliza përkatëse. Këto vlera të koeficientëve orarë mund të jenë vlera të intervaleve kohore 1 orëshe apo vlera për intervale kohore disa orëshe, psh: 2 orëshe, 3 orëshe, 4 orëshe dhe 6 orëshe. Vendoset edhe koha e simulimit (zakonisht vendoset 24 orëshe, por shpesh edhe disa ditore, 48 orëshe, 72 orëshe, etj.). Më pas përcaktohet intervali kohor i llogaritjeve të parametrave hidraulike, psh: çdo 1 orë, çdo 2 orë, apo çdo 3 orë (kjo është në përputhje me intervalin që përfaqëson secili koeficient orar) si dhe i rezultateve të llogaritjeve në fund të simulimit.

2.5.4. Tubacionet

kryesisht rreth 6.0 ml, dhe këto tuba bashkohen në seri, njëra pas tjetrës duke formuar tubacionin. Tubacionet e sipërpërmendura kanë në përbërje të tyre edhe rakorderi të llojeve të ndryshme, si, p.sh: bërrylat në vendet e ndryshimit të drejtimit, apo pjerrësive, degëzimet në vendet e bashkimit të tubacioneve të ndryshme.

Në modelin hidraulik, pavarësisht se në tubacionet reale ka edhe rakorderi, këto dy të fundit paraqiten si një linjë e vetme tubacioni. Në një model hidraulik, tubacioni midis dy nyjeve (mund të jetë pjesë përbërëse e një pjese llogaritëse, e cila në skemën e SFU, ka 2 apo 3 tubacione si më sipër), është paraqitur me të njëjtat karakteristika fizike, si p.sh: diametri dhe materiali, gjatë gjithë gjatësisë së tij.

Parametrat që janë vendosur për tubacionin në modelin hidraulik janë si më poshtë:

- a. **Gjatësia** (*Length*), e cila shprehet me njësinë metra [m]. Gjatësia, e cila i atribuohet një tubi apo tubacioni, paraqet largësinë e plotë të rrugës së rrjedhjes së ujit, kur rrjedh nga një nyje në tjetrën, me itinerar jo domosdoshmërisht drejtvizor.
 - *Gjatësia në shkallë kundrejt gjatësisë skematike* (scaled length vs. schematic length). Shumica e programeve të modelimeve hidraulike lejojnë përdorimin e gjatësive në shkallë ose edhe të përcaktuara nga projektuesi. Gjatësitë në shkallë

gjenden dhe vendosen automatikisht nga programi, duke u bazuar tek shkalla e hartës elektronike në sfond (background). Në këtë rast paraqitja e skemës është vendosur sipas informacioneve nga materiali GIS.

b. **Diametri** (*diameter*), i cili shpehet në milimetra [mm]. Diametri i tubacionit është vendosur me vlerën reale të diametrit të brendshëm, sipas standardeve përkatëse. *Diametri i brendshëm* është diametri që laget nga uji dhe matet si distanca nga njëra anë e faqes së brendshme të murit të tubit deri tek anë tjetër përballë të murit të tubit.

Shënim: Tubacionet metalike si , psh. giza, çeliku, gjatë përdorimit të tyre mund të pësojnë ndryshime të diametrit të brendshëm, si pasojë e dukurive të ndryshme fiziko-kimike që ndodhin me kalimin e kohës nga kontakti i pareteve të tubit me ujin, si, p.sh: gërryerja (corrosion), gungëzimi i brendshëm (tuberculation), si pasojë e veprimit kimik mbi tubin e materialeve që mbart uji, si dhe veshja e brendshme (scaling) e krijuar si pasojë e depozitimit të mienraleve si karbonat kalciumi dhe magnez (kjo shtresë e mbron tubin nga gërryerja – korrozioni). Prandaj, tek tubat metalike nëse do vendosen më pas, duhet pasur kujdes që mos ti referohen diametrin e brendshëm, pasi nuk mund të matet apo vlerësohet me saktësi diametri i brendshëm i tubacionit, pas këtyre proceseve, por i referohen me diametrin nominal (përfshijmë tubat plastike, diametri i brendshëm i të cilave, mbetet praktikisht i pandryshueshëm, me përjashtime të rralla të dëmtimeve mekanike të tyre).

c. **Ashpërsia e materialit** (*roughness coefficient*), e cila përdoret në modelim, duhet ti korrespondojë gjendjes së përdorur të tubit (pra faktit nëse kemi të bëjmë me tub të ri apo të vjetër, por kjo kryesisht tek tubacionet metalike), duke marrë parasysh edhe mospërputhjet e diametrit real mesatar me diametrin fillestar të tubacionit të ri. Nga parametri i ashpërsisë varet edhe humbja hidraulike e tubacionit gjatë rrjedhjes së ujit brenda tij.

Shënim: Për arsyet e sipërpërmendura nevojitet më pas edhe kalibrimi i sistemit.

d. **Humbjet hidraulike të vendit** (*minor losses*) janë prezente në rrjedhjet e ujit në tubacionet e ndryshme. Paraqitja në modelet hidraulike e humbjeve hidraulike të vendit, që përfaqëson secili prej elementëve lokalë, si kthesa, degëzimi, etj. është një punë e lodhshme dhe shpesh e panevojshme. Humbjet e vendit mund të përcaktohen si pjesë e tubacionit (*pipe property*), e cila përfaqësohet nga koeficienti apo shuma e koeficientëve lokalë (*composite minor losses*) të humbjeve hidraulike.

Shpesh, në mjaft modele hidraulike, humbjet e vendit në tubacione nuk përfshihen, meqenëse janë të papërfillshme kundrejt totalit të humbjeve gjatësore të presionit, të shkaktuara nga fërkimi i ujit me tubacionet, me gjatësi me dhjetra apo qindra kilometra.

Shënim: Në rastin e modelit të ndërtuar, kjo do të përcaktohet me azhornimin e valolave apo pajisjeve të tjera që krijojnë këtë humbje hidraulike, pra siç u përmend më lart, gjatë procesit të kalibrimit.

2.5.5.Valvolat

Saraçineska ose valvola (*valve*) është një element, i cili sikurse edhe në sistemin real, shërben për hapjen dhe mbylljen pjesore apo totale të linjave, për të ndryshuar prurjen sipas kërkesave, por edhe për të ndryshuar rezistencën e saj ndaj rrjedhjes së ujit, duke kontrolluar kështu, lëvizjen e ujit nëpër tubacionin ku ndodhen.

Valvolat në rastin tonë mund të klasifikohen si më poshtë:

- Saraçineska – *isolation valve*;
- Valvola ajruese ose valvola të thyerjes së vakuumit – *air release and vacuum breaking valve*;

Disa lloje saraçineskash apo valvolash kufizojnë automatikisht prurjen, duke u bazuar në presionin e rrjedhjes dhe disa të tjera përdoren manualisht për të mbyllur apo kontrolluar pjesë të caktuara të sistemit. Më poshtë do paraqiten disa valvola dhe funksionet e tyre në relaitet dhe përdorimi i tyre në modelet hidraulike.

2.5.5.1.Valvolat manovruese

Saraçineskat janë pajisjet e kontrollit më shumë të përdorshme në sistemet e furnizimit me ujë. Ato përdoren kryesisht për reduktimin apo edhe për ndalimin e plotë të rrjedhjes në pjesë të caktuara të sistemit të furnizimit me ujë, për të mundësuar riparimin e tubacioneve të dëmtuara apo punime mirëmbajtjeje. Sistemet e projektuara mirë kanë saraçineska në të gjithë skemën e shpërndarjes, duke ndikuar në sa më pak përdorues të ujit, në rast të mbylljes së linjave për punime riparimi apo mirëmbajtjeje. Shpesh ato përdoren për kontrollin e kufijve të zonave të presionit duke u mbajtur mbyllur krejtësisht.

Saraçineskat janë të llojeve të ndryshme si: saraçineska tip flutur, me disk rrethor, me portë apo edhe me mbyllës konik.

Në modelet hidraulike shpesh saraçineska konsiderohet si pjesë e tubacionit dhe veprohet me konceptin e humbjeve të vendit (*minor losses*) tek linjat, për të paraqitur efektin e saraçineskës.

Në modelin hidraulik, kur valvola vendoset si element i modelit, atëherë vendosen parametrat e mëposhtëm:

- a. **Koeficienti i mbylljes** i cili përfaqëson shkallën apo raportin e mbylljes së hapësirës së seksionit rrethor të saraçineskës. Kjo vlerë varion nga 0 (zero) për saraçineskë krejtësisht të hapur (disa nga llojet e saraçineskave) e deri tek vlera 1 (një), për saraçineskë krejtësisht të mbyllur;
- b. **Diametri i saraçineskës**, i cili vendoset në vlerën në [mm]. Diametrat e saraçineskave shënohen si diametra nominalë DN;
- c. **Lloji i saraçineskës**, tek e cila zgjidhet një nga tipet e saraçineskave që ka modeli.

2.5.5.2.Kundërvalvolat

Kundërvalvolat janë pajisje të kontrollit të rrjedhjes, të cilat lejojnë rrjedhjen e ujit vetëm në një drejtim dhe jo në drejtimin e kundërt. Në rast se ndodh që rrjedhja e ujit kthehet në drejtimin e kundërt atëherë kundërvalvola mbyllet dhe rri mbyllur derisa uji të rrjedhë në drejtimin e duhur. Kundërvalvolat mund të jenë të tipit me portë që rrotullohet rreth një aksi ose me portë e cila shtyhet nga një sustë. Kundërvalvola mund të vendoset si në linjë ashtu edhe pas pompës, për të siguruar mosrrjedhjen e ujit në drejtimin e kundërt tek pompat (në disa modele, kundërvalvola është pjesë integrale e pompës, por vendoset edhe si pjesë e linjës (vendoset tek Properties dialog window).

2.5.5.3.Ajruesit dhe valvolat e thyerjes së vakuumit

Në sistemet e furnizimit me ujë vendosen edhe valvola të nxjerrjes së ajrit (ajrues), të cilët nxjerrin ajrin e tretur dhe të “ngecur” brenda ujit në sistem, por vendosen edhe valvola të thyerjes së vakuumit, të cilat nxjerrin ajrin gjatë mbushjes së tubacionit (system start-up), ose edhe të futjes së ajrit brenda kur ka presione negative gjatë zbrazjes së tubacionit. Këto valvola vendosen kryesisht në pikat e larta të linjave dhe shpesh janë në një trup të vetëm, në atë që quhet valvola e kombinuar (ajrues me dy dhoma ose funksion të trefishtë). Përdoret në modelimet hidraulike të sistemeve për të vlerësuar rrjedhjen e paqëndrueshme dhe kalimtare të ndryshimeve të menjëhershme të presionit.

Parametrat që vendosen në modelin hidraulik, midis të tjerave janë: tipologjia e valvolës, diametrat e hyrjes së ajrit (diametri i vogël i ajruesit dhe diametri i madh i hyrje/daljes së ajrit për shmangjen e vakuumit) dhe kushtet fillestare.

2.5.5.4.Reduktori i presionit-PRV(Pressure Reducing Valve)

Reduktori i presionit vendoset në linjat e transportimit të ujit jashtë qendrës së banuar, por edhe në rrjetet shpërndarëse, për ndarjen e zonave të presionit. Reduktori shërben për të shmabgur rritjen e presionit mbi një vlerë të caktuar në pjesën e linjave apo tubacioneve pas kësaj valvole (shih Figurën 3.30), ku pa PRV, presioni në zonën e poshtme pas saj, është mbi një vlerë të lejuar, e cila shkakton edhe dëmtimin e tubacioneve.

Parametrat që vendosen tek PRV në modelin hidraulik janë:

- Zgjedhja e parametrat matës të presioneve (presion [kPa] ose vijë energjie [m], si dhe vlera e kufizimit të parametrat;
- **Kuota** (*elevation*) e vendosjes së PRV, e cila shprehet në [m];
- **Diametri** i PRV (*diameter*), i cili jepet me njësinë [mm] dhe duhet të jetë i njëjtë me diametrin e tubacionit;

Tabela 1 Elementet themelore në krijimin e modelit hidraulik

Elementi	Tipi	Funksioni kryesor në model
Burimi - <i>Reservoir</i>	Nyje - <i>Node</i>	Siguron ujë për SFU
Rezervuari / Depoja – <i>Water Tank</i>	Nyje - <i>Node</i>	Rregullon prurjen, duke depozituar ujin e burimit në intervalet kohore me kërkesë të ujlë dhe duke furnizuar ujë në intervalet kohore me kërkesë të lartë
Nyje lidhëse - <i>Junction</i>	Nyje - <i>Node</i>	Largon ujin nga rrjeti (kërkesë për ujë – <i>demand</i>), ose fut ujë në rrjet kur ka burim afër saj (hyrje uji – <i>inflow</i>)
Lidhje shtëpie / Përdorues - <i>Consumer</i>	Nyje - <i>Node</i>	Kërkon ujë për përdoruesin përkatës (<i>demand</i>) dhe ia atribuon furnizimin një nyjeje apo një linje pranë saj
Tubacioni - <i>Pipe</i>	Lidhje - <i>Link</i>	Transporton ujin nga një nyje tek nyja tjetër

Pompa / Stacioni i pompave - <i>Pump</i>	Nyje ose Lidhje – <i>Node or Link</i>	Ngre vijën e energjisë hidraulike për të përballuar diferencën e kuotave dhe humbjet hidraulike midis dy nyjeve
Saraçineskat - Isolation valve	Nyje ose Lidhje – <i>Node or Link</i>	Kryen izolimin e linjës duke mos lejuar rrjedhjen e ujit në linjë, në rast punimesh mirëmbajtjeje apo dëmtimi të linjës.
Valvolat e kontrollit – <i>Control valve</i>	Nyje ose Lidhje – <i>Node or Link</i>	Kontrollojnë prurjen dhe presionin në SFU, në bazë të kriterëve të përcaktuara.

2.5.6..Të dhënat e domosdoshme për modelin

Elementet që janë të domosdoshme për ndërtimin e modelit janë elementet, pa të cilat parametrat hidraulik që na jepen si output nuk mund të gjenerohen. Këto të dhëna janë:

1. Kuota e terenit – pa kuotat e terenit që na servohen si DTM (Digital Terrain Model) nga matjet gjeodezike , modeli hidraulik nuk mund të arrihet , pasi njëri ndër parametrat kryesor hidraulik, siç është presioni, është i varur drejtpërdrejtë nga ky parameter.
2. Kërkesa për ujë- pa të dhëna të kërkesës për ujë nuk do të kemi simulim hidraulik, pra nuk do të kemi rezultate për asnjë parameter hidraulik
3. Diametrat e tubacioneve ekzistuese- paraqesub një ndër elementet thelbësore të modelit , pa të cilin nuk mund të llogarisim humbjet e presionit, e rrjedhimisht presionin në nyje, shpejtësinë e rrjedhjes etj.
4. Materiali i tubacioneve dhe elementeve tjera të rrjetit- pa e pasur këtë të dhënë çdo simulim i rrjetit do të dështojë, pasi karakteristikat e gypit (Hazen-Williams, n , λ etj.) janë të domosdoshme në simulime
5. Karakteristikat e stacioneve të pompimit– në rastet kur kemi stacionet e pompimit për shkak të topografisë, karakteristikat e pompave janë kyçe në modelimin hidraulik (Q, H, NPSH, E etj.)
6. Karakteristikat e valvulave të reduktimit të presionit (PRV) dhe valvulave tjera (PSV, PBV, FCV etj.)

Ka edhe të tjera elemente të domosdoshme që bëjnë modelimin hidraulik të pamundshëm pa prezencën e tyre, mirëpo këto që u përmendën hasen në çdo rast.

2.5.7. Të dhënat e rëndësishme, por jo të domosdoshme

Siç u tha edhe më lart, të dhënat që do të përmendim janë shumë të rëndësishme për ndërtimin sa më real. Mungesa e këtyre të dhënave na jep një model me rezultate shumë afër reales, por jo plotësisht reale, mirëpo ato mangësi nuk luajnë rol të madh në vendimet që do të marrim nga ky process. Disa nga këto të dhëna janë:

1. Lartësia e rezervuarit – paraqet elementin , i cili në softuerët aplikativ duhet të futet si input , mirëpo edhe nëse nuk kemi të dhënë e saktë nuk ndikon shumë në të dhënat e presionit, për shkak të vlerës së vogël të presionit hidrostatik në dallim me presionet e rrjetit të ndikuara nga topografia.
2. Humbjet locale- paraqesin humbjet që paraqiten në ndryshime të diametrit, kthesa të tubacionit etj.,
3. Koha e instalimit të gypit- nuk paraqet element që ndikon në rezultate

Në këtë grup ka edhe shumë të dhëna, të cilat paraqiten në të gjithë softuerët aplikativin (WATERCAD, Urbano Canalis and Hydra etj).

2.6. Llojet e simulimeve të modeleve hidraulike

Pas ndërtimit të modelit hidraulik duke vendosur elementët e sistemit dhe përcaktuar skemën e sistemit të furnizimit me ujë, nevojitet një plotësim i mëtejshëm i modelit, në varësi të simulimit të synuar. Kryesisht përdoren dy tipe të simulimeve hidraulike që mund të kryejë sistemi, në varësi të objektivit të projektuesit:

a. Simulimi i rrjedhjes së qëndrueshme (*Steady – State Simulation*) të ujit në sistem, i cili llogarit rrjedhjen e qëndrueshme, kryesisht në rastin e kërkesës maksimale, duke supozuar që kërkesat e ujit, parametrat hidraulike dhe kushtet kufitare nuk ndryshojnë me kohën ($t = 0$).

Ky lloj simulimi përdoret për analizimin e dukurive të ndryshme, por edhe për të llogaritur rastet më të disfavorshme nën të cilat mund të ndodhet sistemi, siç është p.sh: prurja dhe presioni në orët me kërkesë maksimale, prurjen e zjarrit tek hidrantet, apo problematikat e ndryshme, të cilat nuk ndikohen me kohën. Në rastin e modelit hidraulik të qytetit, ky lloj simulimi përdoret edhe si bazë për simulimin me periudhë të zgjatur.

b. Simulimi me periudhë të zgjatur (*Extended Period Simulation – EPS*), i cili përcakton sjelljen pothuajse dinamike të një sistemi në një periudhë kohore, duke llogaritur parametrat e rrjedhjes në sistem, si një seri rrjedhjesh të qëndrueshme, në të cilat, parametrat hidraulike konsiderohen të pandryshueshme brenda secilës seri, por të ndryshme nga seria në seri. Ky simulim (EPS) do të përdoret veç të tjerave, edhe për të paraqitur sa më afër realitetit, ciklet e mbushjes dhe zbrazjes së depos apo rezervuarit rregullues, përgjigja e valvolave të ndryshme ndaj ndryshimeve në rrjedhjet e ujit në sistem, efektet e ndryshimit të cilësisë së ujit në kohë, etj.

Procesi i llogaritjeve me simulimin EPS do të kryhet sipas intervaleve kohore apo hapave (hydraulic time step) të njëpasnjëshme, ku secila prej tyre përfaqëson një simulim të çastit, ose të rrjedhjes së qëndrueshme, të cilat të renditura dhe të bashkuara me njëra – tjetrën krijojnë simulimin e zgjatur EPS. Pas çdo hapi kohor, vlerat e kushteve kufitare rivlerësohen dhe përditësohen me llogaritjet e hapit tjetër pasardhës, për të reflektuar ndryshimet e kërkesave për ujë nga çdo nyje, ndryshimet e niveleve të ujit në rezervuarin rregullues, etj. Pas kësaj, vazhdon hapi tjetër, tek i cili kryhet po e njëjta procedurë llogaritjeje, rivlerësimi parametrash, e kështu, deri në fund të intervalit të paracaktuar si objektiv (24 orë, 72 orë, etj.).

Kohëzgjatja e simulimit EPS është në funksion apo në varësi të qëllimit të analizave të ndryshme, hidraulike, etj., që kërkohen nga projektuesi. Në rastet e simulimit të funksionimit normal të një sistemi të furnizimit me ujë, kohëzgjatja e një simulimi mund të jetë minimalisht 24 orë, ose shumëfisha të 24 orëshit (ditënete), meqenëse edhe grafikët e ndryshimit të kërkesës së ujit janë me bazë 24 orëshe.

Hapi kohor i llogaritjeve hidraulike (hydraulic time step) është një proces i rëndësishëm i simulimit hidraulik të sistemit. Hapi kohor është intervali i kohës së llogaritjeve, brenda së cilës rrjedhja konsiderohet e qëndrueshme (SSS), dhe si pjesë e një simulimi total EPS. Ky hap kohor duhet të jetë i tillë që ndryshimet nga njëri hap tek tjetri të jenë graduale, pra të papërfillshme si ndryshime. Në rast se intervali i hapit kohor zgjidhet shumë më i madh sesa duhet, atëherë kjo do të japë rezultate me vlera shumë të ndryshme dhe vështirëson analizën e saktë të funksionimit të sistemit, pra e vështirëson marrjen e rezultateve të duhura për këtë analizë.

Nuk ka udhëzime apo rekomandime për përcaktimin e intervalit të hapi kohor, por vlera më e përdorur është hapi kohor me interval 1 orësh, pavarësisht se ka konsiderata për hapa kohorë me intervale të ndryshme.

Lloje të tjera të simulimeve hidraulike janë:

- c. **Simulimi i cilësisë së ujit**, sipas të cilit përcaktohen nivelet e përbërësve kimikë dhe biologjikë në ujë si dhe mosha e ujit në sistem;
- d. **Simulimi i analizës së prurjes së hidranteve të zjarrit**, sipas të cilit përcaktohet përshtatshmëria e sistemit në rastin e kërkesës për ujë nga hidrantet e zjarrit, etj.

2.6.1. Simulimi i rrjedhjes së qëndrueshme (Steady-State Simulation)

Simulimi i rrjedhjes së qëndrueshme (Steady-State Simulation) përfaqëson një nga qasjet themelore në analizën hidraulike të rrjeteve të ujësjellësit, ku supozohet se të gjithë parametrat hidraulikë të sistemit mbeten konstantë gjatë kohës së analizës. Në këtë lloj simulimi, rrjedha, presioni dhe kushtet operative të rrjetit konsiderohen të pandryshueshme, duke përfaqësuar një gjendje të ekuilibruar të sistemit [3].

Kjo qasje përdoret zakonisht për të analizuar sjelljen e rrjetit në një moment specifik kohor, i cili shpesh përfaqëson kushte karakteristike të operimit, si p.sh. kërkesa mesatare ditore ose kërkesa maksimale. Për këtë arsye, simulimi i rrjedhjes së qëndrueshme shërben si një bazë fillestare për vlerësimin e performancës hidraulike të sistemit dhe për identifikimin e problemeve të mundshme në rrjet [1].

Nga pikëpamja matematikore, simulimi Steady-State bazohet në zgjidhjen e sistemit të ekuacioneve jolineare që përshkruajnë rrjedhën në rrjet. Këto përfshijnë ligjin e vazhdimësisë në çdo nyje, sipas të cilit shuma e rrjedhave hyrëse është e barabartë me shumën e rrjedhave dalëse, si dhe ligjin e energjisë përgjatë çdo tubacioni, i cili merr parasysh humbjet e energjisë për shkak të fërkimit dhe elementeve lokale [6].

Në këtë kontekst, përdoren formulat hidraulike si Hazen–Williams ose Darcy–Weisbach për llogaritjen e humbjeve të energjisë në tubacione. Zgjedhja e formulës varet nga niveli i saktësisë së kërkuar dhe nga të dhënat në dispozicion, ku Hazen–Williams përdoret më shpesh në praktikë

për shkak të thjeshtësisë së saj, ndërsa Darcy–Weisbach konsiderohet më e përgjithshme dhe më e saktë në aspektin teorik [6].

Një nga përparësitë kryesore të simulimit të rrjedhjes së qëndrueshme është thjeshtësia dhe efikasiteti i tij në analizë. Ai kërkon më pak të dhëna hyrëse krahasuar me analizat dinamike dhe mund të përdoret për të marrë një pasqyrë të shpejtë të sjelljes së rrjetit. Për këtë arsye, përdoret gjerësisht në fazat fillestare të projektimit dhe për verifikimin e dimensionimit të tubacioneve [3].

Megjithatë, kjo metodë ka edhe kufizime të rëndësishme. Duke qenë se nuk merr parasysh ndryshimet në kohë, simulimi Steady-State nuk është në gjendje të përfaqësojë variacionet reale të kërkesës dhe të presionit gjatë ditës. Si rezultat, ai mund të mos identifikojë probleme që ndodhin vetëm në periudha specifike, si p.sh. gjatë orëve të pikut ose në kushte emergjente [1].

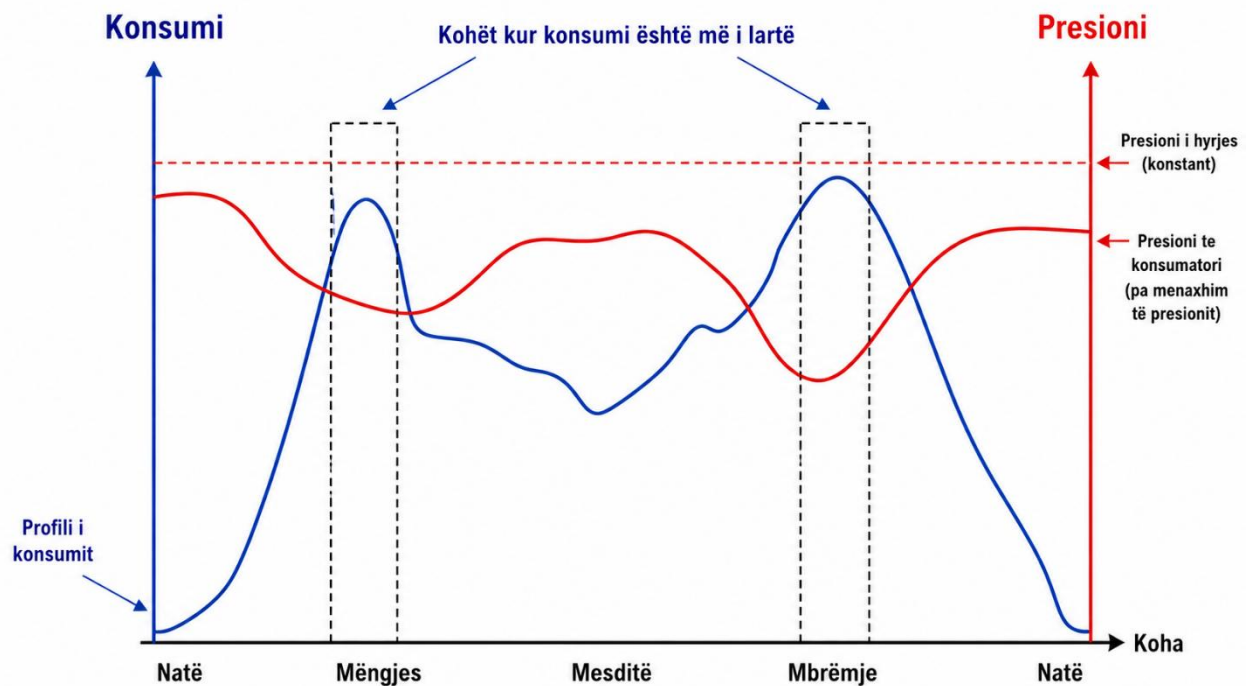
Një tjetër kufizim lidhet me supozimin e kushteve të ekuilibrit hidraulik, i cili nuk është gjithmonë i vlefshëm në rrjetet reale, ku ndërveprimi ndërmjet komponentëve dhe ndryshimet në operim krijojnë kushte dinamike. Për këtë arsye, simulimi i rrjedhjes së qëndrueshme shpesh përdoret në kombinim me analizat në kohë (EPS), për të siguruar një vlerësim më të plotë të sistemit.

Në kuadër të këtij studimi, simulimi Steady-State do të përdoret për të analizuar sjelljen bazë të rrjetit të ujësjellësit në lagjen Dardania, duke vlerësuar shpërndarjen e presionit dhe rrjedhës në kushte të caktuara operative. Kjo analizë do të shërbejë si një hap fillestar për identifikimin e problemeve potenciale dhe për përgatitjen e analizave më të avancuara në vijim.

2.6.1. Analiza në kohë (Extended Period Simulation – EPS)

Analiza në kohë, e njohur si Extended Period Simulation (EPS), përfaqëson një nga qasjet më të avancuara dhe më realiste në modelimin hidraulik të rrjeteve të ujësjellësit. Ndryshe nga analizat tradicionale statike, të cilat bazohen në supozimin e kushteve të pandryshueshme gjatë gjithë kohës, EPS mundëson simulimin e sjelljes së rrjetit në intervale të ndryshme kohore, duke reflektuar më saktë kushtet reale të funksionimit të sistemit [1].

Në rrjetet reale të furnizimit me ujë, kërkesa për ujë nuk është konstante, por ndryshon në mënyrë të vazhdueshme gjatë ditës dhe natës, si rezultat i aktiviteteve të ndryshme të konsumatorëve. Në orët e mëngjesit dhe në mbrëmje zakonisht vërehen kulmet e konsumit, ndërsa gjatë natës kërkesa bie ndjeshëm. Këto variacione ndikojnë drejtpërdrejt në presionin, rrjedhën dhe performancën e përgjithshme të rrjetit. Analizat statike nuk janë në gjendje të kapin këto ndryshime dinamike, ndërsa EPS ofron një përfaqësim shumë më të plotë dhe realist të sistemit [1].



Grafiku 3 Ndryshimi i kërkesës për ujë dhe presionet gjatë ditës [7]

Në kuadër të analizës EPS, rrjeti simulohet për një periudhë të caktuar kohore, zakonisht 24 orë, e cila përfaqëson një cikël tipik ditor. Kjo periudhë ndahet në intervale të vogla kohore, të njohura si hapa kohorë, dhe për secilin hap llogariten parametrat kryesorë hidraulikë si rrjedha në tubacione, presioni në nyje, nivelet e rezervuarëve dhe gjendja operative e pompave. Përzgjedhja e madhësisë së hapit kohor është shumë e rëndësishme, pasi një hap më i vogël rrit saktësinë e analizës, por gjithashtu rrit edhe kohën e llogaritjes dhe kompleksitetin e modelit [5].

Një element kyç në analizën EPS është përdorimi i profileve të konsumit, të cilat përshkruajnë variacionin relativ të kërkesës për ujë gjatë kohës. Këto profile bazohen zakonisht në të dhëna reale ose në modele tipike të konsumit dhe janë thelbësore për përfaqësimin e saktë të sjelljes së rrjetit. Në mungesë të këtyre të dhënave, analiza mund të japë rezultate të pasakta, duke e bërë të domosdoshëm kalibrimin e modelit në bazë të matjeve reale [5].

Një tjetër komponent i rëndësishëm në analizën EPS është roli i rezervuarëve, të cilët funksionojnë si elementë balancues në sistem. Gjatë periudhave me kërkesë të ulët, rezervuarët mbushen, ndërsa gjatë periudhave të pikut ata zbrazin ujin për të përballuar kërkesën e rritur. Ky mekanizëm ndikon ndjeshëm në stabilitetin e presionit dhe në funksionimin e përgjithshëm të rrjetit. Për këtë arsye, analiza e niveleve të rezervuarëve në kohë është një aspekt thelbësor i EPS [3].

Gjithashtu, analiza në kohë lejon modelimin e funksionimit të pompave në mënyrë dinamike. Pompat mund të operojnë sipas orareve të caktuara ose në varësi të kushteve të sistemit, si niveli i ujit në rezervuarë ose presioni në rrjet. Kjo bën të mundur optimizimin e operimit të tyre dhe reduktimin e konsumit të energjisë, duke kontribuar në një menaxhim më efikas të sistemit [3].

Nga pikëpamja analitike, EPS është veçanërisht e rëndësishme për identifikimin e periudhave kritike në funksionimin e rrjetit. Shumë probleme, si presioni i ulët në nyje të caktuara ose mbingarkesa e tubacioneve, mund të ndodhin vetëm në periudha specifike të ditës dhe nuk mund të identifikohen përmes analizave statike. Në këtë mënyrë, EPS ofron një mjet të fuqishëm për diagnostikimin e problemeve dhe për përmirësimin e performancës së rrjetit [1].

Megjithatë, pavarësisht avantazheve të saj, analiza EPS ka edhe disa kufizime. Ajo kërkon një sasi të konsiderueshme të dhënash hyrëse, veçanërisht për profilet e konsumit dhe kushtet operative të sistemit. Në mungesë të këtyre të dhënave, rezultatet mund të mos reflektojnë saktë realitetin. Për më tepër, kompleksiteti i analizës dhe koha e llogaritjes janë më të larta krahasuar me analizat statike, gjë që kërkon burime më të mëdha kompjuterike dhe ekspertizë teknike [5].

Në kuadër të këtij studimi, analiza EPS do të përdoret për të simuluar sjelljen e rrjetit të ujësjellësit të lagjes Dardania në qytetin e Prizrenit gjatë një cikli ditor. Përmes kësaj analize do të vlerësohen variacionet e presionit dhe rrjedhës në pika të ndryshme të rrjetit, do të

identifikohen zonat kritike dhe do të analizohet kapaciteti i sistemit për të përballuar kërkesat në kushte reale operative. Kjo qasje do të mundësojë një kuptim më të thellë të funksionimit të rrjetit dhe do të kontribuojë në përmirësimin e menaxhimit dhe optimizimin e tij.

2.7. Skenarët dhe alternativat e një modeli hidraulik

Modeli hidraulik i sistemit të furnizimit me ujë duhet që ti afrohet sa më tepër realitetit në rrjetet ekzistuese, duke e kalibruar atë, por gjithashtu, duhet të jetë i tillë që të shqyrtojë funksionimin e rrjetit ekzistues apo të ri në kushte normale, si dhe të japë rezultatet e parametrave hidraulike në kushte të caktuara të punës së rrjetit (difekte etj.). Por shqyrtimi i këtyre opsioneve apo problematikave të ndryshme, nënkupton ndërtimin e sistemit apo rrjetit me elementë të ndryshëm nga njëri tjetri. Për të shmangur ndërtimin e shumë modeleve hidraulike për një sistem të caktuar furnizimi me ujë, për rastet apo problematikat e ndryshme që mund të ketë sistemit, shumë programe kanë opsionin e përdorimit të skenarëve dhe të alternativave.

2.7.1. Skenarët e funksionimit të sistemit të furnizimit me ujë

Modeli hidraulik i një sistemi është tërësia e elementëve lidhës dhe nyjeve të ndryshme të një sistemit të furnizimit me ujë, llogaritja e të cilit jep rezultatet e parametrave gjeometrike dhe hidraulike të elementëve të sistemit. Në rast se lind nevoja e ndryshimit të ndonjë elementi, shtesë apo heqje e tij, ose edhe ndryshim i parametrave hidraulike apo gjeometrike të tij, atëherë do të duhej të ndërtohej një model i ri, tek i cili të pasqyroheshin ndryshimet e sipërpërmendura në ndërtimin e modelit. Por, ndryshimi i skemës, apo edhe i të dhënave individuale gjeometrika dhe hidraulike të elementëve, apo edhe i të dhënave globale të projektit, duke e ndërtuar nga fillimi apo duke mos ruajtur variantin fillestar apo edhe duke krijuar disa dokumenta (files), ku secili të pasqyrojë ndryshimin përkatës, sjell mundësinë e ngatërresave dhe të gabimeve të mundshme nga ngarkesa dhe numri i madh i dokumentave (file-ve).

Prandaj, për të shmangur këtë problem, shumë programe kanë mundësinë që këto ndryshime ti organizojnë brenda një dokumenti (file) dhe duke krijuar disa variante të ndryshme brenda një dokumenti (file), të cilat futen apo organizohen brenda një dosjeje të veçantë për secilin variant. Secili variant (apo dosje) ka të dhënat e përbashkëta të njëjta, por kanë edhe të dhënat e ndryshme, të cilat i dallojnë variantet nga njëra – tjetra. Secila prej dosjeve mund të llogaritet (run) më vete dhe përfitohen rezultatet e secilës dosje apo variant. Përveç këtyre, brenda një skenari jepet edhe mënyra e llogaritjeve, rezultatet etj.

Në rastin e modelit hidraulik të rrjetit shpërndarës të lagjes Dardania të qytetit të Prizrenit, është ndërtuar skenari bazë (Base Scenario) me të dhënat e sistemit ekzistues të furnizimit me ujë, me

materialët e siguruara nga matjet apo dokumentacioni grafik i ofruara nga KRUBazuar tek ky skenar do krijohen skenarët e tjerë në varësi të tij, të cilët mund të jenë skenarë të varur (child scenario) ose edhe skenarë bazë dhe secili skenarëve bazë të mund të ketë disa skenarë të varur. Në skenarët e varur mund të ndryshohen të dhënat të cilat janë brenda alternativave, duke ndryshuar edhe këto të fundit (shih alternativat më poshtë). Skenari i varur, përveç të dhënave të njëjta me skenarin bazë, ka edhe të dhënat e modifikuara të skenarit bazë, duke u krijuar kështu,

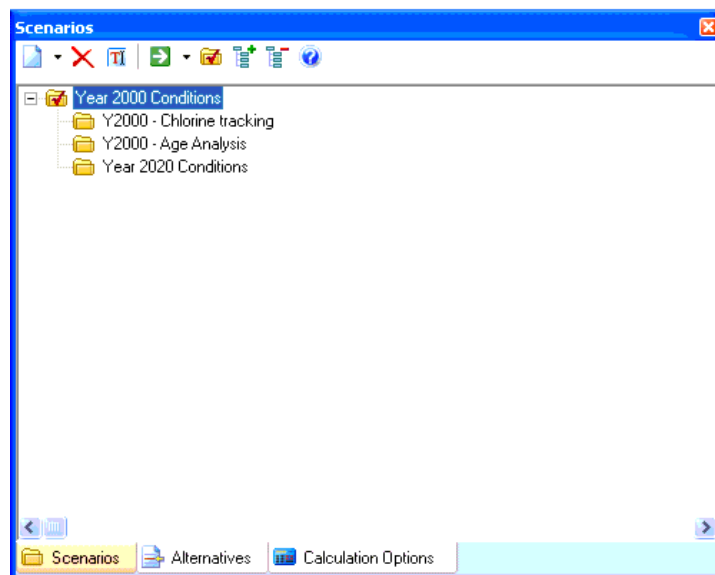


Figura 2 Faqja e parqitjes së skenarëve sipas WaterCAD

një skenar tjetër, pa ndërhyrë apo dëmtuar skenarin bazë.

Llogaritjet e një modeli do kryhen gjithmonë në bazë të skenarit që është aktiv, prandaj sa herë të kryhet simulimi i një modeli hidraulik, duhet të kontrollohet nëse është aktiv skenari i duhur.

2.7.2. Alternativat

Skenari i përmendur më sipër përmban të dhëna, të cilat janë të organizuara në dosje të brendshme të quajtura alternativa. Bashkësia e alternativave krijojnë skenarin kryesor (bazë) të projektit apo skenarët e tjerë të varur apo të tjerë bazë.

Alternativat janë të ndara sipas informacionit apo tipit të të dhënave që përmbajnë: fizike, të prurjes, etj. Këto të dhëna janë të organizuara në formën e regjistrimeve (records). Regjistrimi ka të dhënat e vetëm një tipi elementësh.

Alternativat janë të organizuar brenda një dosjeje alternativash e quajtur Alternatives. Edhe kjo dosje sikurse edhe dosja e skenarëve mund të jetë dosje e alternativave bazë (basë alternative) apo edhe të varur (child alternative). Krijimi i një dosjeje tjetër bazë apo të varur të alternativave bëhet duke ndryshuar sipas kërkesave të projektit, ndonjë prej alternativave, p.sh. ndryshimi tek alternativa Physical, e cila mund të ketë diametrin e tubacionit, etj.

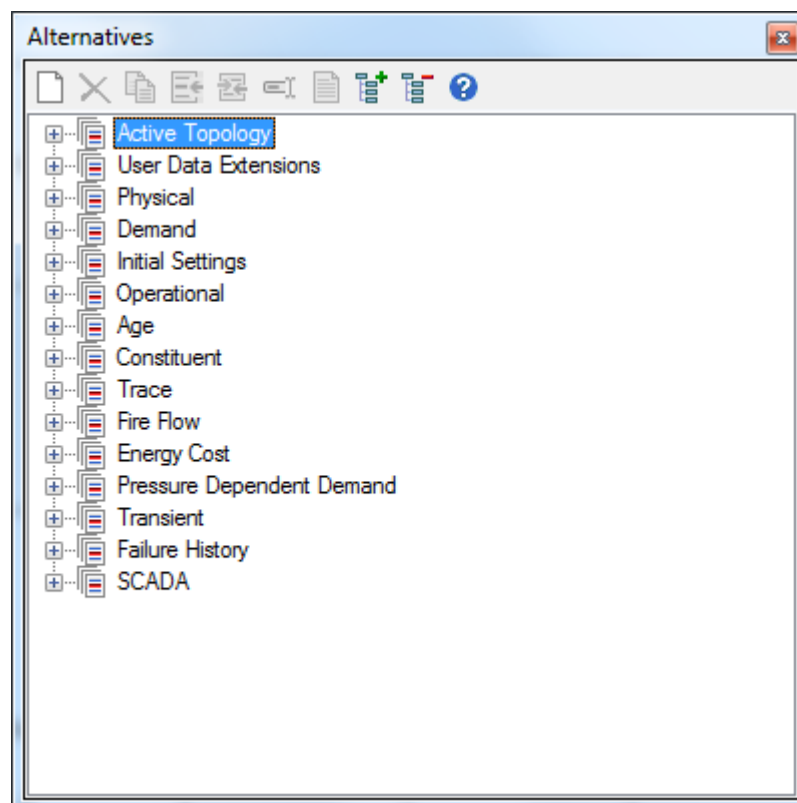


Figura 3 Faqja e alternativave sipas WaterCAD

Dosja e alternativave ka disa alternativa, si, p.sh. Active Topology, User Data Extensions, Physical, Demand, etj. (shih Figurën e Alternativave). Në rastin tonë janë vendosur të dhënat bazë dhe për pasojë janë edhe Alternativat bazë.

2.8 Diskutim kritik i literaturës

Nga analiza e literaturës mund të identifikohen disa tendenca dhe përfundime kryesore. Së pari, ekziston një kalim i qartë nga qasjet e thjeshta drejt metodave më të avancuara dhe më realiste. Kjo reflekton nevojën për modele që mund të përshkruajnë sjelljen reale të sistemeve të ujësjellësit. Së dyti, literatura thekson rëndësinë e të dhënave në modelim. Edhe modeli më i avancuar nuk mund të japë rezultate të sakta nëse të dhënat hyrëse janë të pasakta ose të paplota [5]. Së treti, integrimi i modeleve me teknologji të tjera si GIS dhe SCADA është një trend në rritje, që synon përmirësimin e menaxhimit dhe operimit të sistemeve. Së fundi, megjithëse metodat moderne si PDA dhe EPS ofrojnë rezultate më realiste, ato kërkojnë më shumë burime dhe ekspertizë, gjë që mund të jetë një pengesë në aplikimet praktike.

2.9 Humbjet e ujit dhe ndikimi i tyre në modelim

Një problem i madh në sistemet e ujësjellësit është humbja e ujit, e njohur si Non-Revenue Water (NRW). Këto humbje përfshijnë:

- rrjedhjet fizike nga tubacionet,
- lidhjet ilegale,
- gabimet në matje.

Literatura thekson se në shumë sisteme urbane, humbjet mund të arrijnë deri në 30–50% të ujit të prodhuar, gjë që ka ndikim të madh në performancën e sistemit dhe në modelimin hidraulik [3].

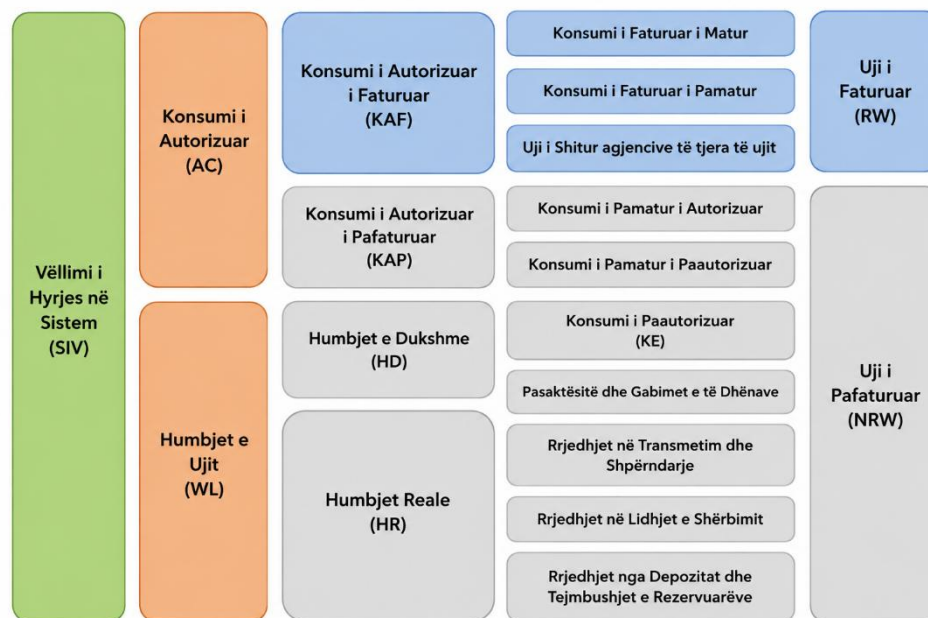


Tabela 2 Llojet e humbjeve të ujit [13]

Në modelim, humbjet e ujit shpesh nuk përfshihen në mënyrë të drejtpërdrejtë, por ato reflektohen në mënyrë indirekte përmes rritjes së kërkesës në nyje. Megjithatë, kjo qasje mund të çojë në rezultate jo të sakta, veçanërisht në analiza të detajuara [3].

Për këtë arsye, literatura moderne rekomandon përdorimin e metodave më të avancuara për modelimin e humbjeve, duke përfshirë modele të bazuara në presion.

2.10 Menaxhimi i presionit dhe optimizimi i rrjetit

Presioni është një nga parametrat më të rëndësishëm në rrjetet e ujësjellësit. Presioni i ulët çon në furnizim të pamjaftueshëm, ndërsa presioni i lartë rrit humbjet dhe rrezikun e dëmtimit të tubacioneve.

Literatura thekson rëndësinë e menaxhimit të presionit si një nga strategjitë më efektive për përmirësimin e performancës së rrjetit [3].

Teknikat kryesore përfshijnë:

- përdorimin e valvulave reduktuese të presionit (PRV),
- ndarjen e rrjetit në zona presioni,
- optimizimin e operimit të pompave.

Studimet tregojnë se menaxhimi i mirë i presionit mund të reduktojë humbjet e ujit dhe të rrisë jetëgjatësinë e rrjetit [3].

2.11 Optimizimi i rrjeteve të ujësjellësit

Optimizimi është një fushë në rritje në literaturën e ujësjellësit dhe përfshin përdorimin e metodave matematikore për të përmirësuar performancën e sistemit.

Objektivat kryesorë të optimizimit janë:

- minimizimi i kostos,
- reduktimi i humbjeve,
- përmirësimi i presionit.

Metodat e optimizimit përfshijnë:

- algoritme gjenetike,
- programim linear dhe jolinear,
- metoda heuristike.

Këto metoda përdoren për të përcaktuar diametrat optimalë të tubacioneve dhe për të optimizuar konfigurimin e rrjetit [6].

2.12 Perspektiva moderne dhe zhvillimet e ardhshme

Literatura moderne tregon një trend të qartë drejt përdorimit të teknologjive të avancuara në menaxhimin e rrjeteve të ujësjellësit.

Këto përfshijnë:

- integrimin me inteligjencën artificiale,

- përdorimin e sensorëve në kohë reale,
- analizën e të dhënave të mëdha (Big Data).

Këto teknologji mundësojnë zhvillimin e sistemeve “smart water”, të cilat janë më efikase dhe më të qëndrueshme [3].

2.13 Përfundim i kapitullit

Nga analiza e literaturës mund të nxirren disa përfundime kryesore:

- Rrjetet e ujësjellësit janë sisteme komplekse dhe dinamike që kërkojnë modele të avancuara për analizë.
- Qasjet tradicionale janë të dobishme, por kanë kufizime në përfaqësimin e kushteve reale.
- Modelet moderne si PDA dhe EPS ofrojnë rezultate më të sakta, por kërkojnë më shumë të dhëna dhe ekspertizë.
- Menaxhimi i presionit dhe reduktimi i humbjeve janë çështje kyçe në performancën e rrjetit.
- Integrimi me teknologji moderne është drejtimi i ardhshëm i zhvillimit të kësaj fushe.

Këto gjetje përbëjnë bazën teorike për zhvillimin e modelit hidraulik në kapitujt vijues të kësaj teme

3.QËLLIMI I HULUMTIMIT

Qëllimi kryesor i këtij hulumtimi është studimi dhe analizimi i modelit hidraulik të rrjetit të ujësjellësit në lagjen Dardania në qytetin e Prizren. Ky studim synon të paraqesë në mënyrë të detajuar sjelljen hidraulike të rrjetit përmes përdorimit të metodave dhe softuerëve bashkëkohorë të modelimit, duke vlerësuar performancën e tij në kushte të ndryshme operative dhe duke identifikuar problematikat potenciale që ndikojnë në funksionimin e tij.

Në kuadër të këtij hulumtimi, theksi vihet në analizën e parametrave kryesorë hidraulikë, si presioni, rrjedha dhe humbjet e energjisë në rrjet, si dhe në simulimin e kushteve reale të operimit përmes analizave statike dhe dinamike. Përmes këtij procesi synohet të arrihet një kuptim i thelluar i sjelljes së sistemit dhe të krijohet një bazë e qëndrueshme për vlerësimin dhe përmirësimin e tij. Do të fokusohemi kryesisht në analizat bashkëkohore të sjelljes së rrjetit të ujësjellësit, e veçanërisht analizës EPS, dhe gjithashtu analizën e skenarëve të ndryshëm të kërkesave për ujë, të cilat vlen në pah rastet ekstreme të parametrave hidraulikë në rrjet.

Për arritjen e qëllimit kryesor, janë përcaktuar këto objektiva specifike:

- Ndërtimi i modelit hidraulik të rrjetit të ujësjellësit për lagjen Dardania duke përdorur të dhënat ekzistuese teknike dhe gjeohapësinore, si dhe përpunimin e tyre në softuerë adekuatë.
- Analizimi i shpërndarjes së presionit dhe rrjedhës në rrjet në kushte normale operative, duke identifikuar sjelljen hidraulike të sistemit.
- Realizimi i simulimeve hidraulike përmes analizës së rrjedhjes së qëndrueshme (Steady-State) dhe analizës në kohë (Extended Period Simulation – EPS), për të përfaqësuar kushtet reale të funksionimit.
- Identifikimi i pikave kritike në rrjet, si zonat me presion të ulët, presion të lartë apo rrjedhë të pamjaftueshme.
- Vlerësimi i performancës së rrjetit në skenarë të ndryshëm të furnizimit me ujë, duke përfshirë kushtet normale dhe ato të ngarkesës maksimale.
- Analizimi i mundësive për përmirësimin dhe optimizimin e funksionimit të rrjetit, me qëllim rritjen e efikasitetit dhe qëndrueshmërisë së tij.

4.SFIDAT E MENAXHIMIT TË SISTEMEVE TË FURNIZIMIT ME UJË DHE ROLI I MODELIMIT HIDRAULIK

4.1. Problemet kryesore në rrjetet e ujësjellësit

Menaxhimi i sistemeve të furnizimit me ujë përfaqëson një nga sfidat më komplekse në inxhinierinë hidroteknike bashkëkohore, për shkak të ndërthurjes së faktorëve teknikë, ekonomikë dhe mjedisorë që ndikojnë në funksionimin e tyre. Rrjetet e ujësjellësit janë sisteme të shpërndara në hapësirë të madhe, të përbëra nga komponentë të ndryshëm si burimet ujore, stacionet e pompimit, rezervuarët, tubacionet dhe pajisjet kontrolluese, të cilat duhet të funksionojnë në mënyrë të koordinuar për të siguruar furnizim të vazhdueshëm dhe cilësor me ujë [3].

Një nga sfidat kryesore që hasen në menaxhimin e këtyre sistemeve është kompleksiteti hidraulik i rrjetit. Rrjetet e ujësjellësit nuk janë sisteme lineare të thjeshta, por struktura të ndërthurura (looped networks), ku ndryshimet në një pjesë të rrjetit ndikojnë drejtpërdrejt në pjesët e tjera. Kjo e bën analizën dhe menaxhimin e tyre shumë më të vështirë, sidomos në rrjetet urbane me densitet të lartë ndërtimi [1].

Një element tjetër kritik është variabiliteti i kërkesës për ujë. Konsumi i ujit ndryshon në mënyrë të vazhdueshme gjatë ditës dhe sezonit, duke krijuar kushte dinamike në rrjet. Këto ndryshime ndikojnë në presionin dhe rrjedhën në sistem, duke e bërë të domosdoshëm përdorimin e metodave dinamike të analizës si Extended Period Simulation (EPS). Pa një analizë të tillë, është e vështirë të identifikohen problemet që ndodhin vetëm në periudha të caktuara kohore [1].

Një sfidë tjetër e rëndësishme lidhet me menaxhimin e presionit. Presioni duhet të jetë i mjaftueshëm për të garantuar furnizim në të gjitha pikat e rrjetit, përfshirë edhe zonat më të larta topografike, por njëkohësisht duhet të kontrollohet për të shmangur dëmtimet në infrastrukturë dhe rritjen e humbjeve të ujit. Në rrjetet me relief të ndryshueshëm, si ato të qyteteve kodrinore, ky problem bëhet edhe më i ndërlikuar dhe kërkon zgjidhje të avancuara inxhinierike

Zonat e presionit

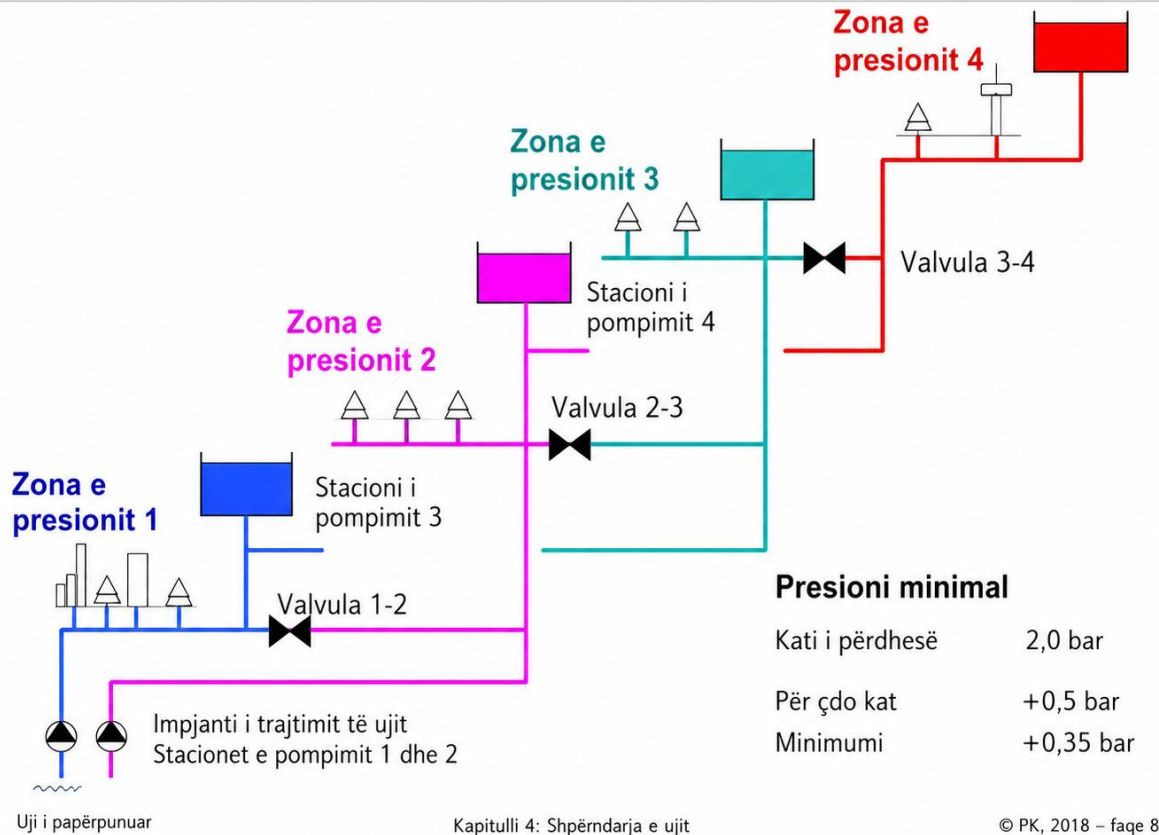


Figura 4 Zonat e presionit [14]

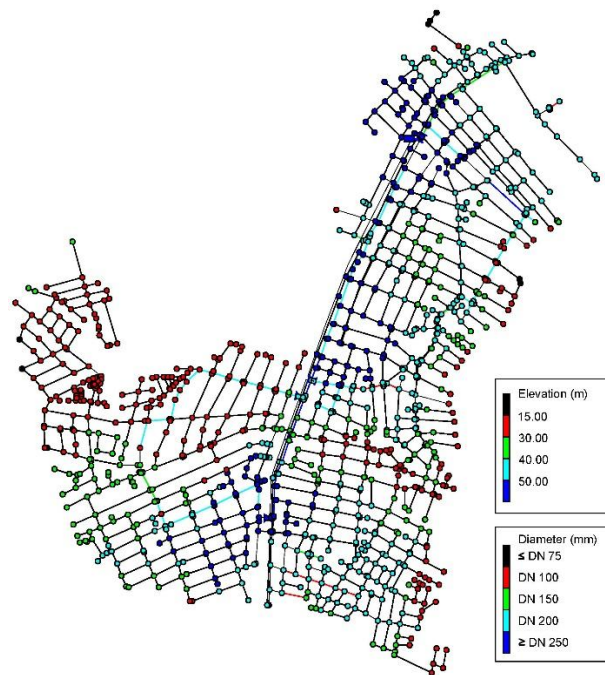


Figura 5 Paraqitja e presioneve në një rrjet ujësjellësi [15]

Një nga problemet më të përhapura në sistemet e furnizimit me ujë është humbja e ujit, e njohur si Non-Revenue Water (NRW). Këto humbje përfshijnë rrjedhjet fizike nga tubacionet, defektet në nyje dhe pajisje, si dhe humbjet administrative që lidhen me matjet e pasakta ose përdorimin e paautorizuar të ujit. Në shumë raste, niveli i humbjeve arrin vlera të konsiderueshme, duke ndikuar negativisht në efikasitetin ekonomik dhe operativ të sistemit [3].

Gjendja fizike e infrastrukturës përbën një tjetër sfidë të rëndësishme. Në shumë vende, rrjetet e ujësjellësit janë ndërtuar dekada më parë dhe kanë pësuar degradim për shkak të korrozionit, depozitimeve dhe konsumimit mekanik. Kjo çon në rritjen e frekuencës së defekteve dhe në uljen e besueshmërisë së sistemit. Për më tepër, mungesa e dokumentacionit të plotë teknik e vështirëson identifikimin dhe menaxhimin e këtyre problemeve [2].

Në këtë kontekst kompleks, modeli hidraulik paraqitet si një mjet i domosdoshëm për analizën dhe menaxhimin e sistemeve të ujësjellësit. Modelet hidraulike mundësojnë përfaqësimin matematikor të rrjetit dhe simulimin e sjelljes së tij në kushte të ndryshme operative, duke i

dhënë mundësi inxhinierëve të analizojnë sistemin në mënyrë të detajuar pa ndërhyrë fizikisht në të [3].

4.2.Roli i modelimit hidraulik në optimizimin e rrjeteve të ujësjellësve

Roli i modelimit hidraulik në menaxhimin e sistemeve të furnizimit me ujë është bërë gjithnjë e më i rëndësishëm me zhvillimin e teknologjisë dhe rritjen e kompleksitetit të rrjeteve urbane. Modelet hidraulike nuk përdoren më vetëm për projektim, por janë bërë një mjet i fuqishëm për menaxhimin operativ dhe strategjik të sistemeve [3].

Një nga aplikimet kryesore të modelimit hidraulik është analiza e performancës së rrjetit. Përmes simulimeve, është e mundur të vlerësohet nëse sistemi është në gjendje të përmbushë kërkesat për ujë në kushte të ndryshme operative. Kjo përfshin analizën e presionit në nyje, rrjedhës në tubacione dhe kapacitetit të përgjithshëm të rrjetit [1].

Një aspekt tjetër i rëndësishëm është identifikimi i pikave kritike në rrjet. Këto janë zona ku presioni është i ulët, rrjedha është e pamjaftueshme ose humbjet janë të larta. Identifikimi i këtyre pikave është thelbësor për ndërmarrjen e masave korrigjuese dhe për përmirësimin e performancës së sistemit.

Modelimi hidraulik mundëson gjithashtu analizën e skenarëve të ndryshëm të funksionimit. Kjo përfshin simulimin e situatave emergjente, si ndërprerja e furnizimit, defektet në tubacione ose rritjet e papritura të kërkesës. Përmes këtyre analizave, është e mundur të zhvillohen strategji për menaxhimin e krizave dhe për rritjen e qëndrueshmërisë së sistemit [3].

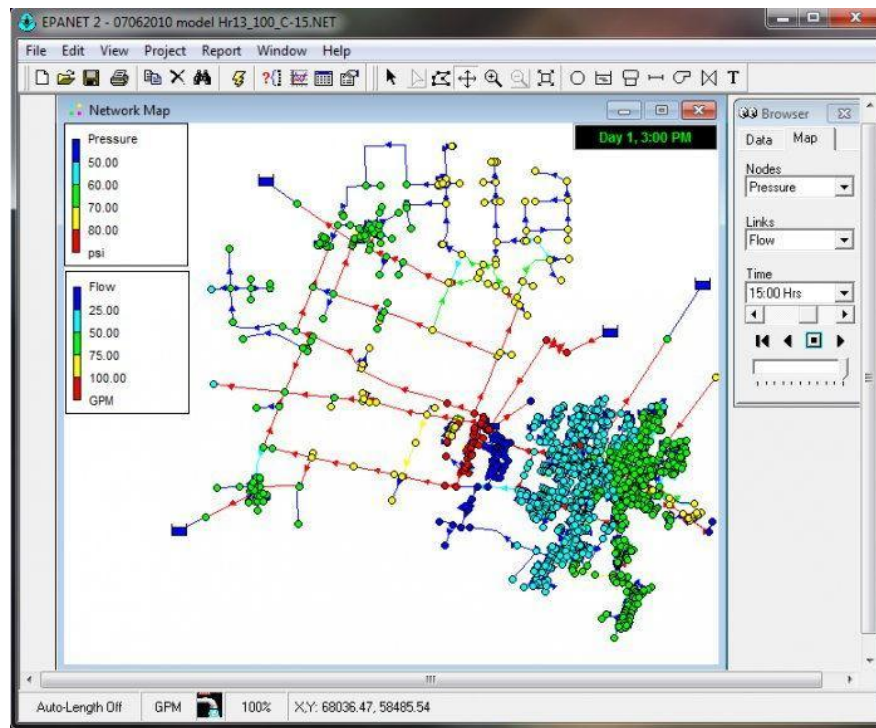


Figura 6 Paraqitja e presioneve në sofuerin EPANET [16]

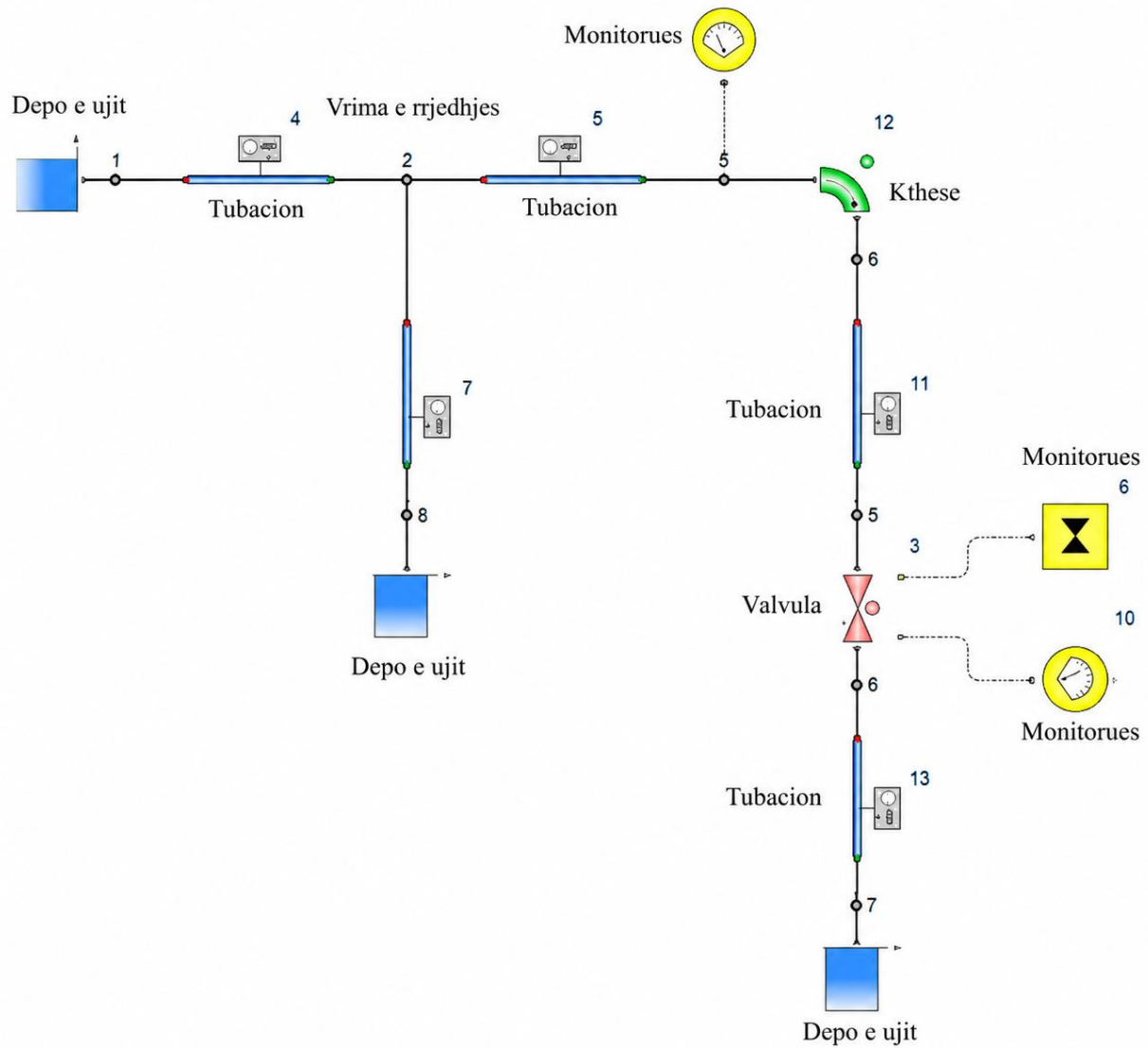


Figura 7 Skema tipike e një rrjeti ujësjellësi [2]

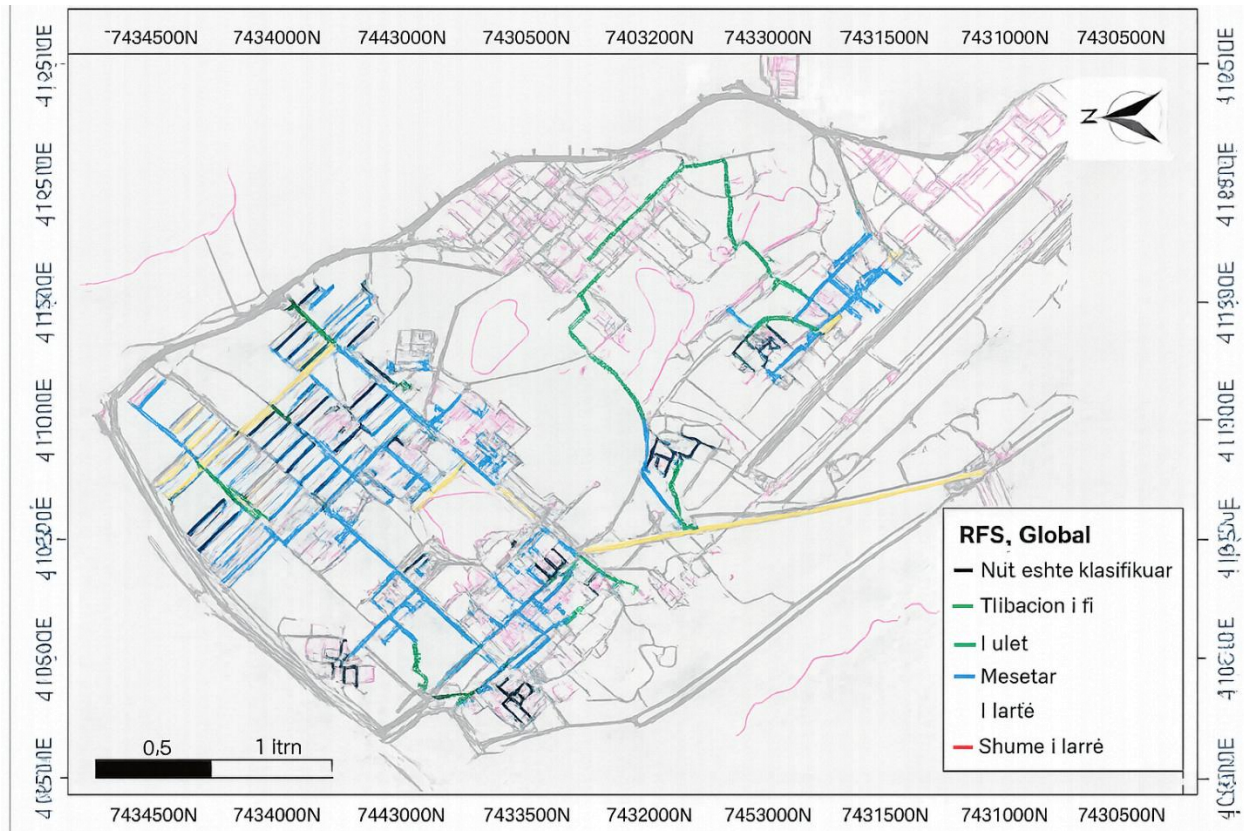


Figura 8 Planimetria e rrjetit sipas nivelit të presionit dhe kohës së instalimit [3]

Duke u bazuar në të dhënat që kemi për terenin , kërkesën për ujë, materialet dhe karakteristikat e tyre , gjendjen e rrjetit (nëse është ekzistues) , llojet e skenarëve etj., atëherë mund të ndërtojmë një model hidraulik që na jep një pasqyrë reale të rrjetit. Modeli mund të ndërtohet edhe pa të gjitha të gjitha këto të dhëna , mirëpo do të jetë më i varfër dhe do të jetë më larg realitetit.

Synimi kryesor gjatë një ndërtimi të modeli hidraulik duhet të jetë që të përfshihen të gjitha të dhënat , ashtu që rezultatet që marrim të jenë sa më reale dhe t'i përkojnë realitetit, në mënyrë që të kemi mundësi të optimizojmë rrjetin tone dhe të menaxhojnë në mënyrë efikase.

5.REZULTATET E HULUMTIMIT – MODELIMI HIDRAULIK I RRJETIT TË UJËSJELLËSIT NË LAGJEN DARDANIA - PRIZREN

5.1. Përshkrimi i zonës së studimit

Qyteti i Prizrenit, i ndodhur në pjesën jugore të Kosovës, me një popullësi Brenda kufirit administrativ të qytetit me mbi 147000 banorësh, i cili shërbehet me ujë nga KRU” HIDROREGJIONI JUGOR”.

Lagja, e cila është zone e studimit, shtrihet në pjesën jugperëndimore të Prizrenit, ku dominon ndërtimi i dendur rezidencial, ndërsa në pjesë veriore dhe lindore të saj ka sipërfaqe me densitet të ulët ndërtimi. Gjithashty dallohen formacione kodrinore dhe reliev i thyer, i cili ndikon drejtpërdrejt në projektimin dhe funksionimin e rrjetit të ujësjellësit, veçanërisht në shpërndarjen e presionit, ku e bën shumë më të lehtë arritjen e presioneve të kënaqshme

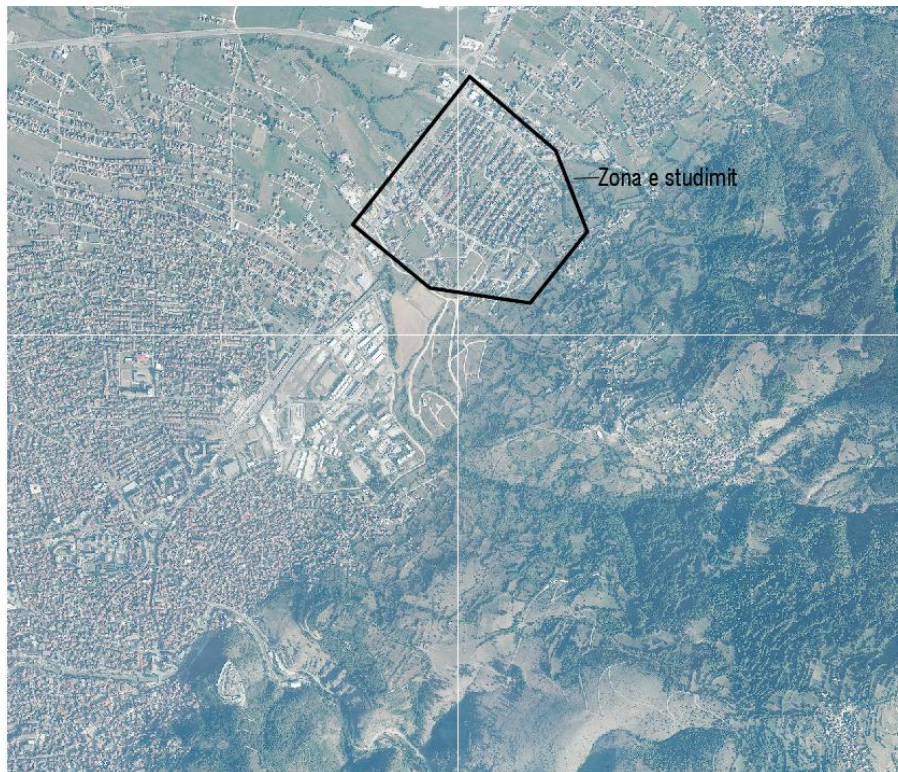


Figura 9 Paraqitja e zonës së studimit [17]

Ky vendbanim paraqet një vendbanim të ri, i cili karakterizohet me rrugë të gjera dhe me qasje nga të gjitha anët dhe gjendet jo shumë larg kalasë së Prizrenit.

5.2. Kompania rajonale e ujësjellësit “Hidroregjioni Jugor” SH.A.

Kompania Rajonale e Ujësjellësit Hidroregjioni Jugor Sh.A. është një ndërmarrje publike që operon në sektorin e furnizimit me ujë të pijshëm dhe menaxhimit të ujërave të ndotura në pjesën jugore të Kosovës. Kjo kompani ka rol kyç në sigurimin e shërbimeve bazë për popullsinë dhe bizneset, duke kontribuar në përmirësimin e kushteve të jetesës dhe mbrojtjen e mjedisit.

“Hidroregjioni Jugor” shtrin aktivitetin e saj në disa komuna të rëndësishme të rajonit jugor, duke përfshirë Prizren, Suharekë, Malishevë dhe Dragash. Në këto zona, kompania është përgjegjëse për operimin, mirëmbajtjen dhe zhvillimin e sistemeve të ujësjellësit dhe kanalizimit.

Veprimtaria kryesore e kompanisë përfshin:

- furnizimin me ujë të pijshëm për konsumatorët shtëpiakë dhe industrialë,
- mirëmbajtjen dhe rehabilitimin e rrjeteve të ujësjellësit,
- menaxhimin e ujërave të ndotura dhe sistemeve të kanalizimit,
- monitorimin e cilësisë së ujit sipas standardeve në fuqi.

Në aspektin organizativ dhe operacional, kompania funksionon sipas parimeve të ndërmarrjeve publike, duke u fokusuar në rritjen e efikasitetit të shërbimeve dhe në përmirësimin e mbulueshmërisë me ujë të pijshëm. Një ndër sfidat kryesore me të cilat përballlet kompania është reduktimi i humbjeve të ujit (Non-Revenue Water), përmirësimi i infrastrukturës ekzistuese dhe modernizimi i sistemeve përmes përdorimit të teknologjive të reja.

Në vitet e fundit, kompania ka bërë përpjekje të vazhdueshme për avancimin e menaxhimit të rrjeteve përmes digjitalizimit dhe aplikimit të sistemeve moderne si SCADA dhe modele hidraulike. Këto zhvillime janë në përputhje me praktikatat bashkëkohore të menaxhimit të ujësjellësve dhe synojnë rritjen e qëndrueshmërisë dhe cilësisë së shërbimeve.

Furnizimi me ujë në zonën e mbuluar nga Hidroregjioni Jugor Sh.A. realizohet kryesisht përmes shfrytëzimit të burimeve natyrore ujore, të cilat përfshijnë burime nëntokësore dhe burime

malore me rrjedhje gravitacionale. Në rastin e qytetit të Prizren, furnizimi bazohet kryesisht në kapjen e burimeve natyrore që ndodhen në zonat malore përreth, të cilat karakterizohen nga cilësi e mirë fiziko-kimike dhe stabilitet relativ gjatë vitit.

Këto burime kapen përmes strukturave të posaçme (captage), dhe uji transportohet drejt rezervuarëve përmes tubacioneve kryesore, zakonisht me rrjedhje gravitacionale, duke reduktuar nevojën për pompim dhe duke rritur efikasitetin energjetik të sistemit. Në disa zona plotësuese, përdoren edhe puse të ujërave nëntokësore, të cilat shërbejnë si burime shtesë për të garantuar vazhdimësinë e furnizimit në periudha me kërkesë të rritur.

Sistemi i furnizimit është i organizuar në mënyrë të tillë që uji nga burimet primare depozitohet në rezervuarë të shpërndarë në pika strategjike, nga ku më pas shpërndahet në rrjetin e ujësjellësit. Kjo strukturë siguron stabilitet hidraulik dhe mundëson menaxhimin më të mirë të presionit në rrjet, veçanërisht në zona me reliev të theksuar.

Diversifikimi i burimeve të furnizimit përbën një element të rëndësishëm për sigurinë e sistemit, pasi mundëson përballimin e variacioneve sezonale dhe redukon rrezikun e ndërprerjeve në furnizim. Në këtë kontekst, përdorimi i burimeve natyrore dhe nëntokësore paraqet një zgjidhje të qëndrueshme dhe të përshtatshme për kushtet gjeografike të rajonit.

Në kuadër të këtij studimi, rrjeti i ujësjellësit në lagjen Dardania në qytetin e Prizrenit është pjesë e sistemit që menaxhohet nga kjo kompani, duke e bërë analizën hidraulike të këtij rrjeti të rëndësishme për përmirësimin e performancës dhe optimizimin e operimit të tij.

5.3. Lagjia Dardania

Zona e studimit përfshin lagjen Dardania, e cila ndodhet në pjesën verilindore të qytetit të Prizren. Kjo lagje përfaqëson një zonë urbane në zhvillim, me karakter të përzier ndërmjet ndërtimit të konsoliduar dhe zgjerimit të ri urban, duke reflektuar dinamikën e zhvillimit hapësinor të qytetit në vitet e fundit.

Zona paraqet një strukturë relativisht të rregullt urbane, ku rrjeti rrugor është i organizuar kryesisht në formë lineare dhe gjysmë-rrjetëzuese. Ky organizim ndikon drejtpërdrejt në

mënyrën e shpërndarjes së rrjetit të ujësjellësit, duke mundësuar një konfigurim të përshtatshëm për analizë dhe modelim hidraulik.

Nga aspekti morfologjik, zona karakterizohet nga ndryshime të dukshme në reliev. Pjesët lindore dhe verilindore janë të vendosura në kuota më të larta dhe paraqesin terren më të pjerrët, për shkak të afërsisë me zonën kodrinore përreth Kalasë së Prizrenit. Në të kundërt, pjesët perëndimore dhe jugperëndimore janë më të sheshta dhe më të urbanizuara, me dendësi më të lartë ndërtimi. Kjo ndryshueshmëri topografike ka ndikim të rëndësishëm në shpërndarjen e presionit në rrjetin e ujësjellësit dhe në performancën hidraulike të sistemit.

Në aspektin e përdorimit të tokës, zona dominohet nga objekte banimi individuale dhe kolektive, të shoqëruara me infrastrukturë rrugore dhe hapësira ndihmëse urbane. Dendësia e ndërtimit është më e lartë në pjesët qendrore dhe perëndimore të lagjes, ndërsa në drejtim të lindjes vërehet një zhvillim më i shpërndarë dhe më pak intensiv. Kjo shpërndarje jo uniforme e ndërtimeve reflektohet në variacionin hapësinor të kërkesës për ujë në rrjetin e ujësjellësit.

Zona e studimit furnizohet me ujë nga dy rezervuarë kryesorë të vendosur në kuota më të larta në raport me lagjen, konkretisht në lindje dhe verilindje të Kalasë së Prizrenit. Ky pozicionim mundëson furnizimin gravitacional të rrjetit, duke siguruar në përgjithësi presione të mjaftueshme për funksionimin normal të sistemit. Megjithatë, për shkak të shtrirjes së rrjetit dhe ndryshimeve në kuotë, në disa zona mund të paraqiten rënie të presionit, veçanërisht gjatë periudhave me kërkesë të lartë për ujë.

Në përfundim, lagja Dardania paraqet një zonë urbane me kompleksitet të moderuar hidraulik, ku ndërveprimi ndërmjet topografisë, strukturës urbane dhe shpërndarjes së kërkesës për ujë krijon kushte të përshtatshme për aplikimin e modelimit hidraulik. Kjo e bën zonën të përshtatshme për analizë të detajuar dhe për vlerësimin e performancës së rrjetit të ujësjellësit në kushte të ndryshme operative.

5.4. Rrjeti i ujësjellësit të zonës së studimit

Rrjeti i furnizimit me ujë të lagjes Dardania të qytetit të Prizrenit, siç u përmend më sipër, është rrjet me vetërrjedhje dhe përbëhet nga elementët si më poshtë:

- Rezervuari në verilindje të Kalasë së Prizrenit me kuotë tereni 585.41 m, i cili gjatë modelimit do të emërtohet si “T-1”
- Rezervuari në lindje të Kalasë së Prizrenit me kuotë tereni 583.24 m, i cili gjatë modelimit do të emërtohet si “T-2”
- Rrjeti shpërndarës i qendrës së banuar, i cili përbëhet nga tubacione me materiale polietileni me dendësi të lartë (PEDL) të tipit PE100, për presion pune PN 10 bar, me diametra nga Dj 225 mm (të linjave kryesore që dalin nga rezervuari), por edhe me diametrat Dj 40 mm, Dj 50 mm, Dj 63 mm, Dj 75 mm, Dj 90 mm, Dj 110 mm, Dj 160 mm dhe Dj 225 mm. Rrjeti shpërndarës, përveç linjave të sipërpërmendura përbëhet edhe nga pajisjet e kontrollit të rrjedhjes, si: valvolat e manovrimit me diametra të ndryshme (DN 150 mm, DN 80 mm apo DN 50 mm) si dhe nga një ujëmatës zonal i vendosur brenda një pusete B/A.

Modelet hidraulike të sistemeve të furnizimit me ujë shërbejnë për analizimin dhe vlerësimin e funksionimit të sistemeve të furnizimit me ujë, për shkak të kompleksitetit të topologjisë së tyre, ndryshimi dhe rritja e shpeshtë e rrjeteve dhe shtrirjes së madhe të tyre, faktorë të cilët e vështirësojnë projektimin e sistemit, por gjithashtu edhe të problematikave dhe të vendimmarrjes, për zgjidhjen e tyre.

Prandaj modeli është i nevojshëm në vendimmarrje për zgjidhjen e problematikave pasi impakti i ndërhyrjeve për zgjidhjen e këtyre problematikave është shumë i madh.

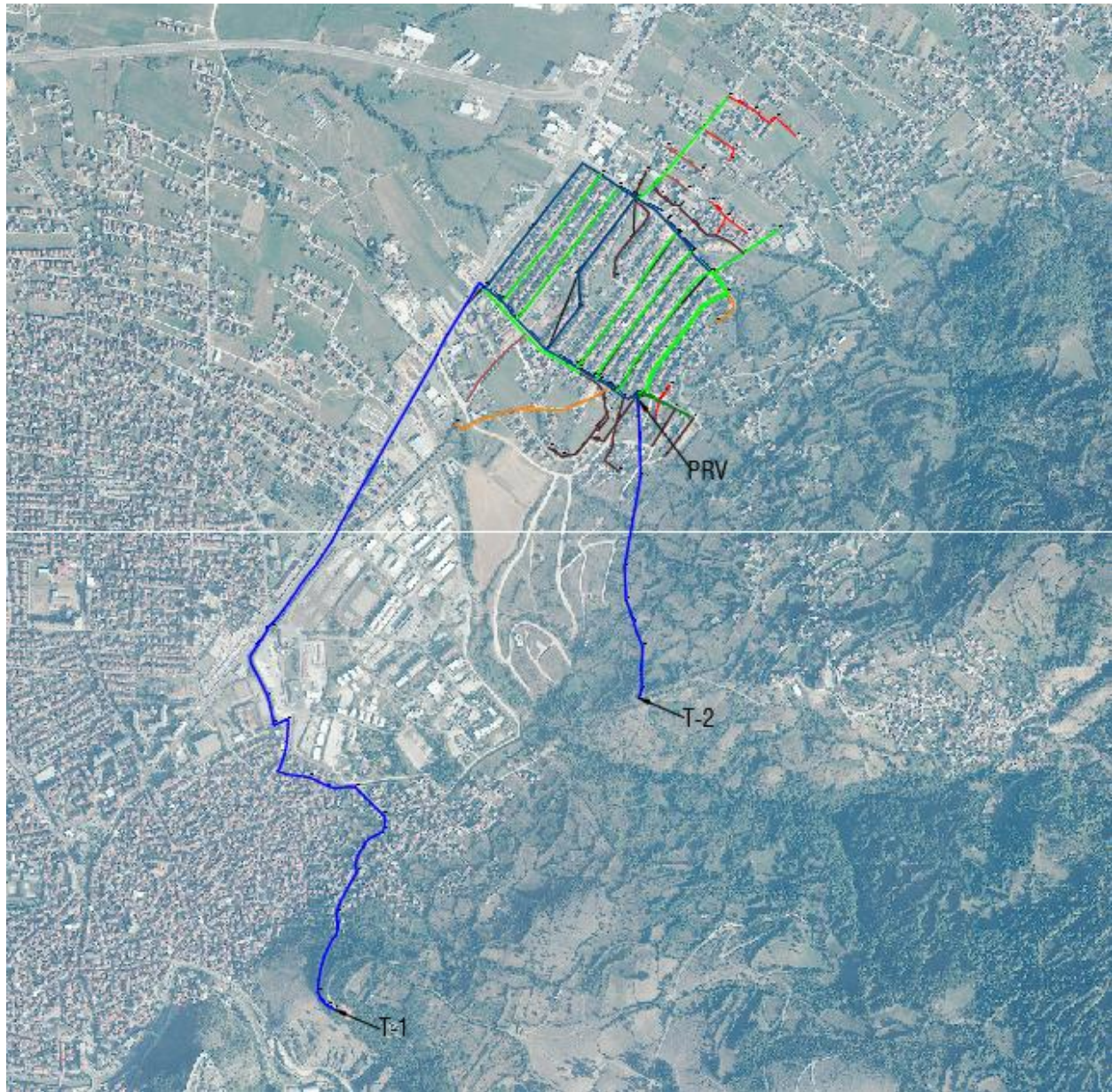


Figura 10 Planimetria e rrjetit të ujësjellësit të lagjes Dardamoa-Prizren [17]

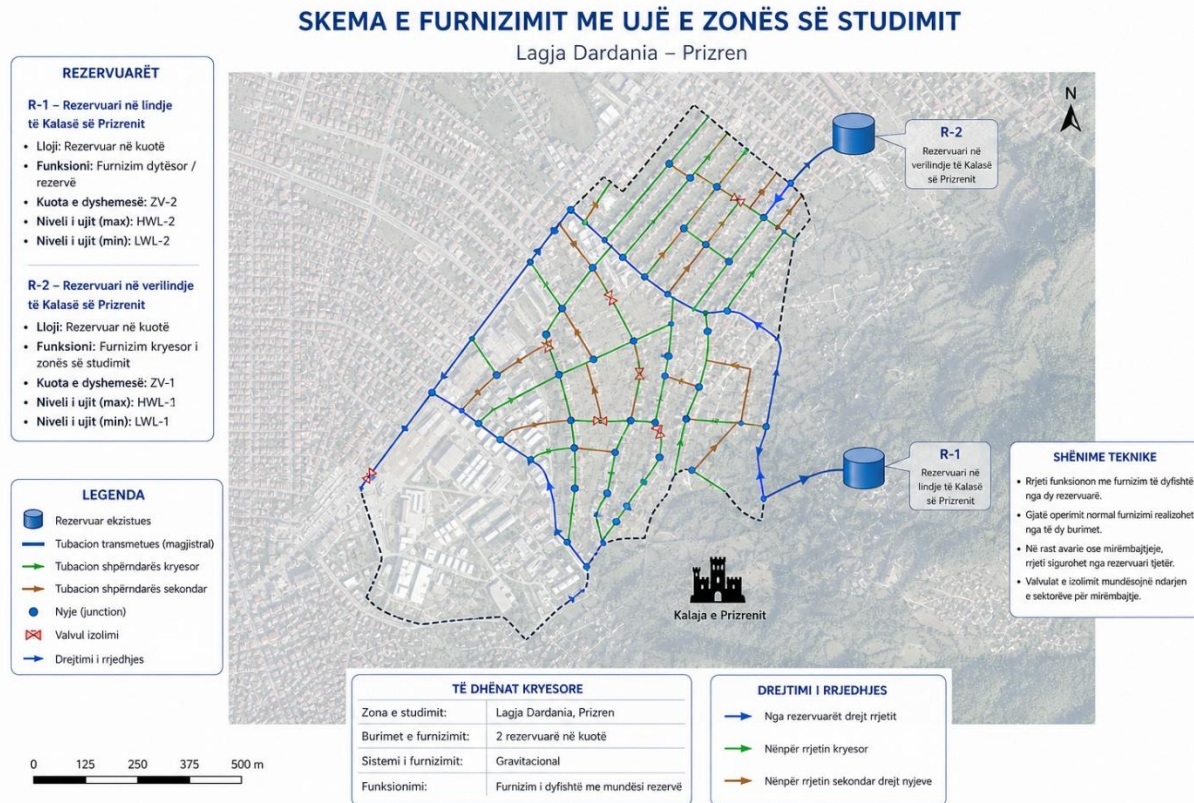


Figura 11 Skema e furnizimit me ujë e zonës së studimit

Modeli hidraulik i sistemit të furnizimit me ujë (SFU) të lagjes Dardania të qytetit të Prizrenit do të ndihmojë inxhinierët dhe vendimmarrësit në sa më poshtë, por jo vetëm:

a) Masterplani i një SFU në të ardhmen, nëse nevojitet apo shihet e arsyeshme nga KRU, si për projektimin e një sistemi të ri, ashtu edhe për shtimin apo rehabilitimin e linjave të sistemit ekzistues të lagjes Dardania të qytetit të Prizrenit;

Nëpërmjet modelit hidraulik, investitori apo edhe stafi teknik i KRU mund të shyrtojë të gjitha aspektet teknike të SFU dhe të gjejnë apo analizojnë, se cilat janë mundësitë dhe investimet më optimale në të ardhmen, për të rritur cilësinë e shërbimit. Ky proces i quajtur Masterplan mund të përdoret për projektimin dhe zgjidhjen e problematikave të SFU nga stafi teknik i KRU, në periudha të gjata, si 10, 20 apo 25 vjet dhe të ndihmojë investitorin në marrjen e vendimeve për investim dhe të vendosë, se cili nga variantet është më ekonomikë, jo vetëm në ndërtim, por edhe gjatë shfrytëzimit të sistemit.

d. Analizimi i funksionimit të hidrantëve të shuarjes së zjarrit

Në këtë rast mund të analizohet dhe shqyrtohet përgjigja e sistemit ndaj kërkesave të përdoruesve për prurjen e kërkuar dhe presionin e nevojshëm gjatë përdorimit të hidrantëve të zjarrit në zona të caktuara të rrjetit shpërndarës. Stafin teknik do të mund të vlerësojë elementët e sistemit të furnizimit me ujë të lagjes Dardania të qytetit të Prizrenit, që ndikohen nga kjo rritje e prurjes duke i përmasuar për të pasur parametrat e duhur gjatë shfrytëzimit (prurjet në linja dhe presionet në nyja apo pika lidhjeje)

e. Shqyrtimi dhe analizimi i cilësisë së ujit

Modeli hidraulik i qytetit do të ndihmojë stafin teknik të KRU që të shqyrtojë paraprakisht cilësinë e ujit, përveç simulimit hidraulik të sipërpërmendur. Përdorimi i modelit të cilësisë së ujit do të ndihmojë stafin paraprakisht, të vlerësojë përqendrimet e elementëve dezinfektues të përdorur, rrugën e tyre dhe mbetjet e tyre në sistem, duke i kontrolluar vlerat e tyre nëse janë apo jo brenda intervaleve të lejuara.

f. Manovrimet e elementëve të sistemit, në përgjigje të skenarëve të ndryshëm të emergjencave, etj.

Modeli hidraulik do të ndihmojë stafin teknik për shqyrtimin e problematikave gjatë shfrytëzimit, duke zgjidhur këto problematika, me ndërtimin e skenarëve të ndryshëm të sistemit. Këto do të ndihmojnë edhe në vendimmarrjen për manovrimet e duhura të linjave, pompave, etj. gjatë këtyre skenarëve.

Rezervuarët , të cilët kanë për qëllim rregullimin e prurjes dhe krijimin e presionit për zonën , kanë një pozitë shumë të favorshme për zonën , pasi presioni që është në rrjetin shpërndarës në lagje është shumë i kënaqshëm . Rezervuari që gjendet në lindje të kalasë së Prizrenit ka një valvulë të reduktimit të presionit , ku i referohemi si PRV(Pressure Reducing Valve),e cila e redukton presionin në 560 m (duke i zbritur lartësinë e terenit),pasi presioni që do të krijohet pa të do të ishte shumë i madh dhe i panevojshëm dhe do të afektonte në materialet e rrjetit dhe direkt edhe koston e projektit.Ky problem ndodh pasi shpeshherë projektimi i rrjetit ë ujësjellësit dhe gjendja të teren për shkak të arsyeve të ndryshme nuk na lejon vendosjen e lokacionit të rezervuarit në

cilën pike na konvenon. Duke u bazuar në analizën PDA dhe EPS na vie nevoja që para hyrjes në lagje nga rezervuari në lindje të kalasë së Prizrenit, pasi me analizën e rrjedhjes së qëndrueshme ky fenomen nuk vërehet, pasi në kushtet të rrjedhjes së qëndrueshme nuk na paraqiten presionet maksimale, të cilat me analizën EPS, e cila mund të quhet analizë dinamike e rrjetit paraqiten të gjitha pikat ekstreme të parametrave hidraulikë gjatë gjithë ditës.

5.5. Ndërtimi i modelit hidraulik të lagjes Dardania

Modeli hidraulik i rrjetit shpërndarës është përshkrimi matematikor i një sistemi të vërtetë të furnizimit me ujë. Simulimi i modelit hidraulik është një metodë për të përafruar matematikisht, sjelljen apo funksionimin e sistemit të vërtetë të furnizimit me ujë. Për të shfrytëzuar me efikasitet modelin hidraulik dhe për të interpretuar të dhënat e marra nga simulimi i modelit hidraulik, si dhe për të zhvilluar apo përpunuar më tej modelin hidraulik, nevojiten informacionet e duhura sikurse edhe për ndërtimin e modelit, siç jepen më poshtë.

Për ndërtimin e modelit hidraulike është përdorur materiali dhe informacioni *grafik* dhe *përshkrimor* nga KRU Hidroregjioni Jugor, për sistemin ekzistues të furnizimit me ujë të qytetit (zona e shërbimit, burimi, topografia, topologjia e sistemit, përdoruesit e ujit, etj.).

Për ndërtimin e modelit dhe më pas vlerësimin e informacionit nga simulimi janë ndjekur hapat, që shpjegohen në paragrafët e mëposhtëm.

5.5.1. Hartat dhe matjet topografike

5.5.1.1. Harta e sistemeve inxhinierike

Hartat e sistemeve janë materiali dhe informacioni i siguruar nga stafi inxhinierik i KRU, në format *Shapefile*, tek i cili është bazuar puna për ndërtimin e modelit hidraulik. Materiali jepte një panoramë të topologjisë së rrjetit shpërndarës të furnizimit me ujë të lagjes Dardania dhe shtrirja e këtij sistemi (tipologjia e sistemit, zonat e presionit, elementët e tij, shtrirja e sistemit, etj.).

Hartat e sistemit përfshinin:

- Trasimin e tubacioneve, lidhjet e tyre, materiali, diametrat etj.;

Vendndodhja dhe pozicioni i elementëve përbërës të sistemit, si rezervuari, valvolat, ajruesit, etj.;

5.5.1.2.Hartat gjeodezike

Hartat gjeodezike shërbejnë për të paraqitur morfologjinë e tokë, struktura apo objekte të ndryshme dhe mbi të gjitha kuotat e terrenit të zonës së shërbimit ku kalojnë linjat e sistemit dhe ndodhen edhe veprat e sistemit.

Kuotat e terrenit u matën në vend dhe u përfitua një planimetri me pikat e matura në terren, me informacionin planor dhe altimetrik, me koordinatat (x, y dhe z).

Shënim: **Vizatimet faktike (as-built drawings):** Kufizimet në terren dhe ndryshimet gjatë punës, rezultojnë në diferenca të paraqitjes midis sistemit të projektuar dhe po atij sistemi të zbatuar. Për këtë arsye, KRU mund të kryejë më pas, vëzhgime në terren, pas ndërtimit të modelit hidraulik dhe të paraqesin në vizatime apo materialet përkatëse, gjendjen faktike të zbatimit të sistemit, duke përditësuar modelin, për dokumentimin e sistemit, saktësisht, siç është ndërtuar. Vizatimet e faktit (*as-built drawings*) rekomandohet të shoqërohen edhe me shënimet teknike përkatëse. Vizatimet e faktit kanë rëndësi të madhe, sidomos në rastet e veçanta, ku nevojitet nivel i lartë saktësie për gjatësinë e tubave, tipeve të rakorderive dhe pozicionimi i tyre, kuotat, etj.

Për të pasur rezultate të saktësisht të modelit hidraulik, këto vizatime duhet të paraqesin informacione dhe përshkrime të sakta të të gjitha pjesëve apo elementëve të sistemit, sikurse edhe të rezervuarëve, stacioneve të mundshme të pompave, impiantit të pastrimit të ujit, etj. Ky lloj dokumentacioni mund të përfshijë vizatimet e një rezervuari (planimetri, pamje nga lart, pamje anësore, prerjet e ndryshme, paraqitja e lidhjeve mekanike, konstruimi i rezervuarit, etj. ose vizatimet e rezervuarit (planimetria) mund të jetë pjesë e një projekti më të madh.

5.5.2.Të dhënat përshkimore

Të dhënat përshkimore, të cilat u siguruan nga KRU përmbanin informacionin për lidhjet e shtëpive dhe konsumatorëve të ndryshëm, të cilat duhen azhornuar në fazën e dytë të përpunimit të vazhdueshëm të modelit hidraulik, kur të kryhet kalibrimi i modelit të sistemit.

Gjithashtu, të dhëna të tjera përshkimore u morën nga literatura, në lidhje me koeficientët e jonjëtrajtshmërisë orare, duke përdorur analogjinë e numrit të banorëve. Ky informacion do përdoret në një skenar të varur nga skenari bazë, për të parë vlerat e supozuara të ndryshimit të presionit në sistemin e furnizimit me ujë të qytetit. Tabela jepet si më poshtë:

Tabela 3 Tabela e koeficientëve orar për kërkesën e ujit për qytetet mbi 100 000 banorë

Nr.	Brezi orar	Qytete mbi 100 000 banorë
1	0 - 1	0.80
2	1 - 2	0.78
3	2 - 3	0.79
4	3 - 4	0.77
5	4 - 5	0.78
6	5 - 6	0.82
7	6 - 7	0.92
8	7 - 8	1.07
9	8 - 9	1.25
10	9 - 10	1.21
11	10 - 11	1.16
12	11 - 12	1.10
13	12 - 13	1.10
14	13 - 14	1.09
15	14 - 15	1.14
16	15 - 16	1.13
17	16 - 17	1.12
18	17 - 18	1.04
19	18 - 19	1.06
20	19 - 20	1.03
21	20 - 21	1.03
22	21 - 22	1.01
23	22 - 23	0.90
24	23 - 24	0.89

5.6. Prodecura e ndërtimit të modelit hidraulik

5.6.1. Përgatitja e të dhënave për ndërtimin e modelit

Ndërtimi i modelit hidraulik u bazua mbi topologjinë e sistemit ekzistues, në formatin e mësipërm Shapefile. Ky material u përshtat duke futur brenda tij edhe të dhënat e duhura të materialit, diametrave të brendshëm, etj, të cilat u përdorën pas ndërtimit grafik të modelit hidraulik, për të saktësuar të dhënat e modelit, si parametrat gjeodezike apo gjeometrike të elementëve të ndryshëm.

Për ndërtimin e modelit hidraulik u përpunuan edhe të dhënat e matjeve të kuotave në terren. Ky informacion u përpunua, nëpërmjet ndërtimit të sipërfaqes së terrenit të zonës së shërbimit për të krijuar një hartë me izohipse (contours), të cilat paraqesin kuotat e sipërfaqes së tokës. Harta gjeodezike u ndërtua me izohipse me intervale me lartësi çdo 1.0 m dhe izohipset kryesore çdo 5.0 m.

Kjo hartë, gjatë ndërtimit të modelit hidraulik, iu mbivendos hartës së topologjisë në modelin hidraulik për të vendosur kuotat e nyjeve, të rezervuarit dhe burimeve. Izohipset u vendosën me dendësinë e sipërpërmendur por mund edhe të dendura për kuota edhe më sakta të nyjeve midis izohipseve të mëparshme.

Informacion tjetër i përdorur për ndërtimi e modelit hidraulik është edhe fotografia ajrore, si një e dhënë grafike e përdorur shumë në vitet e fundit. Ortofotoja (fotografia ajrore) jep informacion shumë të mirë, për zonën e shërbimit dhe pozicionimin e rrugëve, ndërtesave dhe hapësirave të tjera duke ndihmuar në saktësimin e shumë të dhënave të nevojshme për kalibrimin e modelit hidraulik.

5.6.2. Ndërtimi i modelit hidraulik

Modeli hidraulik u ndërtua me programin WaterCAD të platformës Openflow të Bentley Software.

Për ndërtimin e modelit u ndoqën hapat e mëposhtme:

- Vizatimi i sistemit, ndërtimi i topologjisë së tij, me komandën ModelBuilder, ku paraprakisht, u caktuan edhe njësitë e matjes (sistemi metrik) dhe më pas u shtuan elementët e tjerë, në mënyrë manuale, me komandat e vizatimit të sistemit, si, psh: linjat, valvolat, etj.
- Pas kësaj u vendosën kuotat e nyjeve dhe të elementëve të sistemit me komandën Trex, ku paraprakisht u caktuan edhe njësitë e matjes (sistemi metrik).

- Pas ndërtimit të modelit, u kryen kontrollet e lidhjes së linjave, emërtimet e tyre sipas diametrave, vendosja e valvolave, etj. Gjithastu, u vendos paraprakisht edhe prurja e shpërndarëse nga rrjeti për të kryer një simulim të çastit (Steady State Simulation – SSS).
- U ndërtua modeli i koeficientëve të jonjëtrajshmërisë orare, me të dhëna analogjike të një sistemi të furnizimit me ujë që i shërben të njëjtit numër banorësh (ky informacion mund të ndryshohet, në bazë të të dhënave nga terreni apo ndonjë analizë e përdorimit të ujit, të kryer nga stafi inxhinierik i KRU). Pas kësaj u ndërtua një skenar tjetër me simulimin e zgjatur në kohë (Extended Period Simulation – EPS), për të parë ecurinë e funksionimit të sistemit dhe ndërveprimit të elementëve të tij, gjatë 24 orëve.

Shënim: Sistemi i njësive dhe metodat:

- i. Sistemi i njësive – në këtë model hidraulik u vendoset sistemi metrik SI;
- ii. Formula e llogaritjeve – Darcy-Weisbach dhe Hazen – Williams;
- iii. Lloji i simulimit: a. i çastit – Steady-State Simulation SSS); b. I zgjatur – Extended period Simulation EPS), numri i provave të korrigjimit (Trials), sakësia e korrigjimit të prurjeve;
- iv. Skenarët dhe Alternativat përkatëse: Krijimi apo përgatitja e skenarit të punës dhe adaptimi apo ndryshimi i alternativave përkatëse të skenarit sipas nevojave nëse duhet (p.sh. ndryshimi i diametrit, shtimi i linjave, elementët e tjerë)

5.6.2.1. Sistemi i njësive

Sistemi i njësive paraqet ndër hapat fillestar të ndërtimit hidraulik. Në vendin tone përdoret sistemi SI i njësive. Për shkak të softuerit aplikativ (WaterCAD), i cili është softuer amerikan, duhet të kemi kujdes pasi sistemi i njësive “by default” është sipas standardeve amerikane, rrjedhimisht nëse nuk rregullohet nuk do të kemi rezultate të kënaqshme. Tek opsioni “Tools” > “Units”, na hapet tabela si vijon:

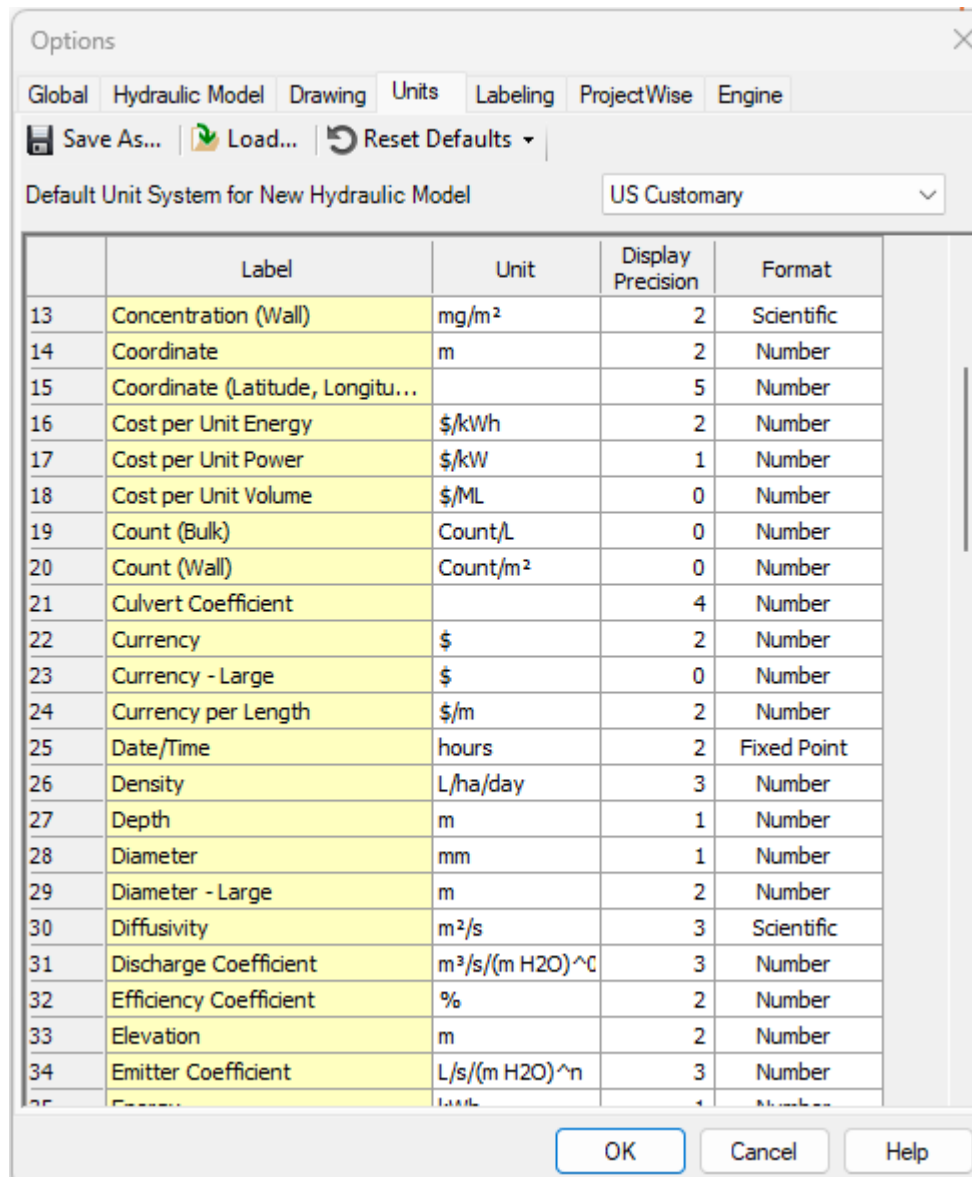


Tabela 4 Tabela e njësive të WaterCAD [15]

Siç shihet në figurë, është bërë rregullimi i njësive sipas sistemit metrik SI. Madhësitë fizike, të cilat janë kryesore për rregullim janë: diametri, prurja, gradient hidraulik, gjatësia, presioni, lartësia e terrenit etj.

5.6.2.2. Formula e llogaritjes

Formula kryesore, në bazë të të cilës kryhen llogaritjet hidraulike, është ekuacioni i Hazen-Williams. Ky ekuacion është i integruar në softuer, për shkak se forma e pare e këtij ekuacioni është I formuar bazuar në njësitë amerikane.[11]

$$hf = 4.727 * (L * Q^{1.852}) / (C^{1.852} * D^{4.87})$$

h_f -humbje e presionit [ft]

L-gjatësia e gypit [ft]

Q- prurja e ujit [gall/min]

D- diametri [inch]

C- koeficienti i Hazen-Williams

Kurse, formula sipas njësive SI është:

$$hf = 10.67 * (L * Q^{1.852}) / (C^{1.852} * D^{4.87})$$

h_f -humbje e presionit [m]

L-gjatësia e gypit [m]

Q- prurja e ujit [m^3/s]

D- diametri [m]

C- koeficienti i Hazen-Williams

Në libraritë tona, paraqiten llojet e materialeve të gypave që kemi në dizpozicion . Koeficienti i Hazen-Williams varet direkt nga lloji i gypit që do të përdorim.Për të zgjedhur llojin e materialit, vazhdojmë tek “Components”>”Engineering Libraries”

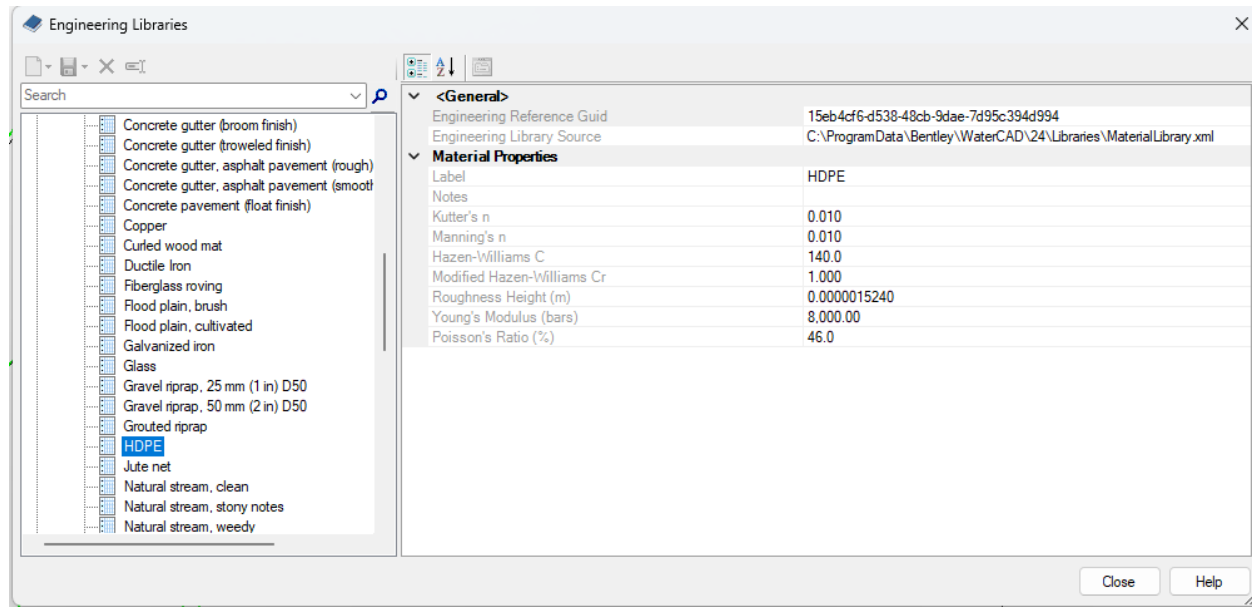


Tabela 5 Tabela për zgjedhjen e materialit të tubacioneve [15]

Siç shihet kemi zgjedhur tubacionet nga materiali HDPE, ku koeficienti i Hazen-Williams-it është 140, kurse për shkak se nuk janë marrur parasysh vjetërsimi i gypave, depozitimet Brenda tubacioneve, ndryshimet e regjimit të rrjedhjes, për shkak se janë të dhëna vështirë të qasshme, koeficienti për modifikimin e koeficientit është marrur 1.

5.6.2.3. Vizatimi i planimetrisë së rrjetit të ujësjellësit

Bazuar në të dhënat e përcaktuara, mund të vizatojmë planimetrinë e rrjetit me elementet e tij. Mirëpo WaterCAD nuk e ka mundësinë të krijojë DTM (Digital Terrain Model) si softuerët GIS/CAD. Mirëpo kombinimi i terrenit të i'qizuar dhe të importuar në softuerët CAD dhe vizatimi i tyre ato programe, e pastasj eksportimi i tyre në WaterCAD është proces që arrin që elementet e modelit të eksportohen me të gjitha të dhënat e tyre (niveli i terrenit, lloji i tubacioneve, diametri i tyre, rezervuarët etj.). Gjithsesi pas eksportimit duhet të kontrollojmë pas eksportimit të gjitha elementet e eksporuara nga softueri tjetër. Nëse e kontrollojmë cilëndo nyje e shohim se koutaa e terrenit është e njëjtë sin ë softuerin paraprak.

Mirëpo në rastet e rezervuarëve duhet të shtojmë të dhëna, pasi softueri analizon edhe ndryshimet e nivelit të rezervuarëve, ku kërkon që të fije nivelin minimal, mesatar dhe maksimal të rezervuarit.

Në rastin tone kemi dy rezervuar dhe nese e hapim tabeln e të dhënave të rezervuarit do të duhet t'i japim të dhënat e lartëcekura.

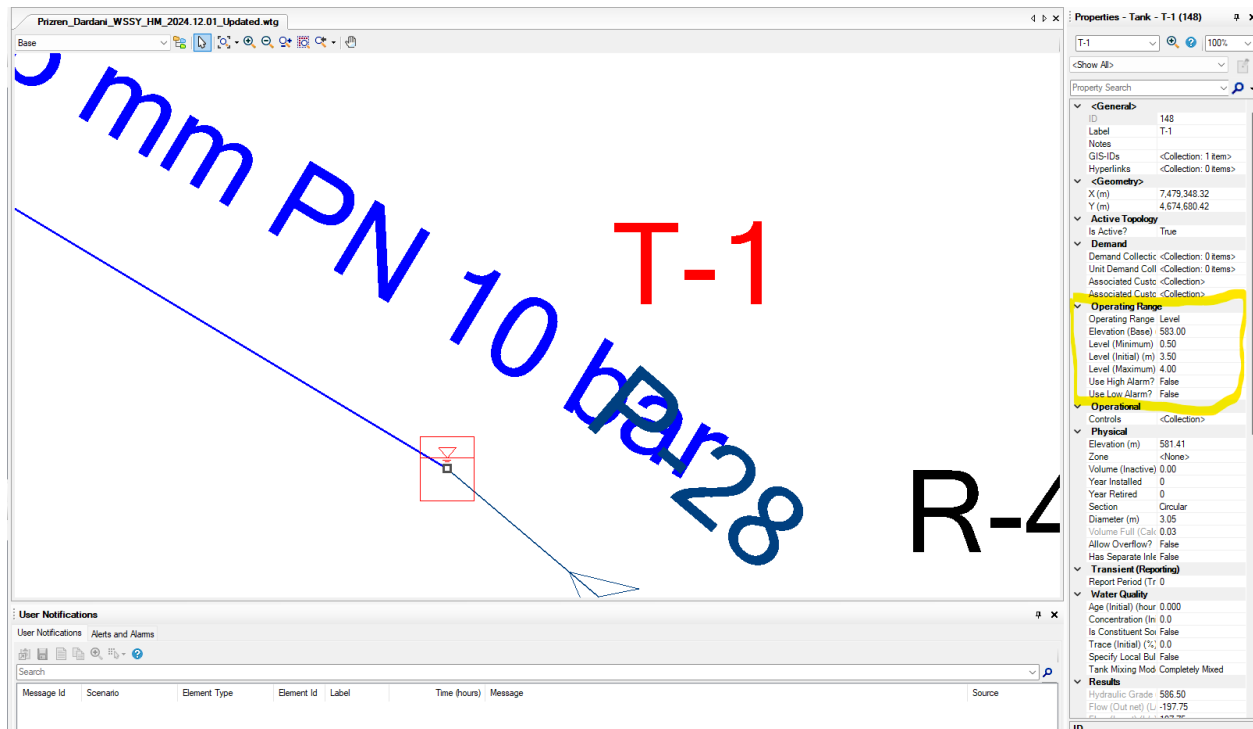


Figura 12 Të dhënat e rezervuarit nr.1 [15]

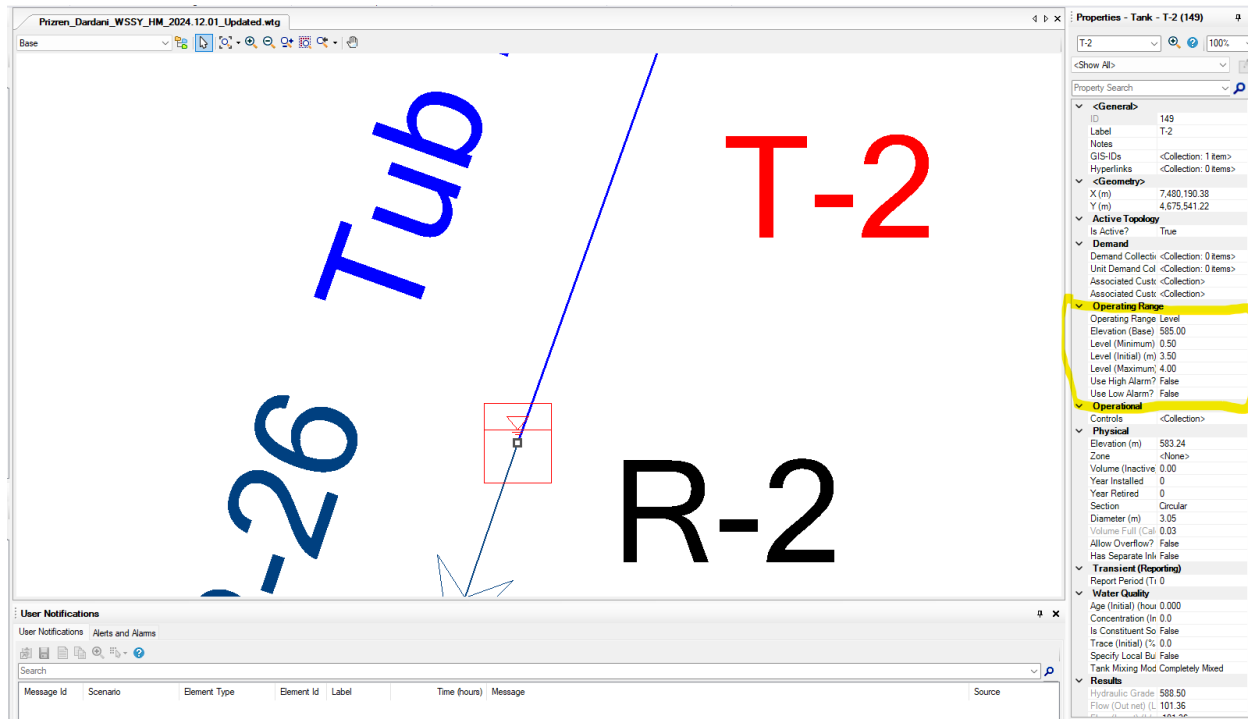


Figura 13 Të dhënat e rezervuarit nr.2 [15]

Siç shihet, janë dhënë të dhënat e operimit të dy rezervuarëve, pasi të dhënat tjera si pozicionimi, vëllimi etj., janë të dhëna të marrur nga sistemi i importuar.

5.6.2.4. Përcaktimi i diametrave fillestar

Dihet se përcaktimi i diametrave varet drejtpërdrejt nga llogaritë hidraulike, hapi i cili është larg nga pika ku gjendet modeli me të dhënat e përmendura. Mirëpo ne duhet t'i caktojmë fillimisht disa diametra fillestar, bazuar në analizën fillestare të shtrirjes së rrjetit. I japim diametrat, mirëpo materialet e tubacioneve i kemi të regulluara nga më herët.

Properties - Pipe - Tub PE100 Dj 225... x

mm PN 10 bar + ? 100%

<Show All>

Property Search

- <General>

ID	288
Label	Tub PE100 Dj 225 mm
Notes	
GIS-IDs	<Collection: 1 item>
Hyperlinks	<Collection: 0 items>
Start Node	J-93
Stop Node	J-94
Node Reversal	<Reverse Start/Stop>
- <Geometry>

Geometry	<Collection: 3 items>
----------	-----------------------
- Active Topology

Is Active?	True
------------	------
- Failure History

Number of Brea	0
Use Local Dura	False
Duration of Pipe	0
Pipe Break Gro	<None>
Cost of Break (!	0.00
- Initial Settings

Status (Initial)	Open
------------------	------
- Operational

Controls	<Collection>
----------	--------------
- Physical

Zone	<None>
Diameter (mm)	198.2
Material	HDPE
Hazen-Williams	140.0
Has User Defin	False
Length (Scaled)	119
Length (m)	119
Has Check Valv	False
Specify Local M	True

Tabela 6 Karakteristikat e tubacioneve [15]

5.7. Ndarja e analizave hidraulike

Nga aspekti i parametrave që merren në kosideratë gjatë analizës së rrjeteve të ujës-jellës, metodat e analizës hidraulike mund të ndahen në disa kategori kryesore. Në bazë të mënyrës së trajtimit të kërkesës dhe ndikimit të presionit në rrjet, dallohen dy qasje kryesore të modelimit:

1. Analiza e bazuar në kërkesë - Demand Driven Analysis (DDA)

2. Analiza e bazuar në presion - Pressure Driven Analysis (PDA)

Analizën kryesore do ta zhvillojmë bazuar në skenarin ku valvola izoluese “ISO-03” do të jetë e mbyllur, ku do të shohim zonat kritike të rrjetit, të cilat mund të arrijnë vlera ekstreme të parametrave hidraulik. Në analizën ku kemi valvolat kryesore hapura nuk do të zgjerohemi shumë për shkak se do të shohim se parametrat hidraulik qëndrojnë stabil në të gjitha llojet e analizave dhe simulimeve. Skenari me valvulat e lartëcekura të mbyllura do ta quajmë skenari 1, kurse atë me valvulat e lartëcekura të hapura do ta quajmë skenari 2.

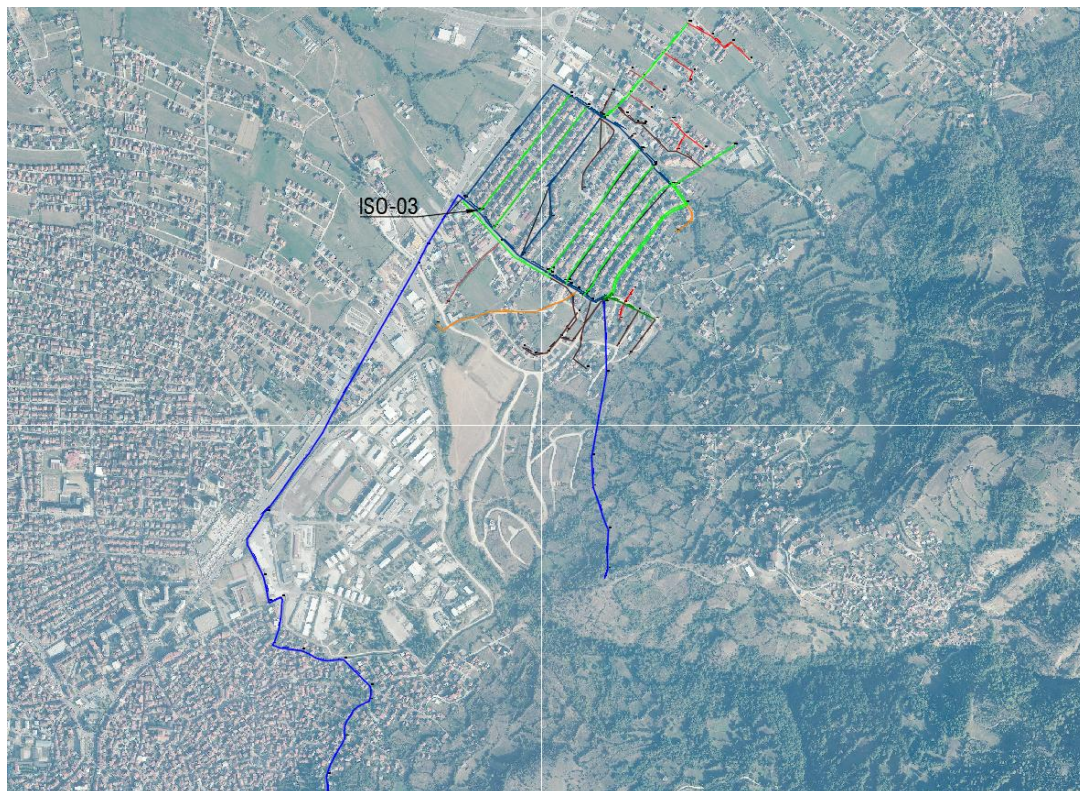


Figura 14 Vëndndodhja e valvolës izoluese "ISO-03" [17]

5.7.1. Analiza e bazuar në kërkesë - Demand Driven Analysis (DDA)

Demand Driven Analysis (DDA) përfaqëson qasjen tradicionale dhe më të përdorur në modelimin hidraulik të rrjeteve të ujësjellësit. Në këtë metodë, kërkesa për ujë në çdo nyje të rrjetit konsiderohet si një parametër i njohur dhe i pandryshueshëm, i cili vendoset si input në model dhe supozohet se plotësohet plotësisht, pavarësisht nga kushtet hidraulike në sistem [1].

Në analizën DDA, presioni dhe rrjedha janë rezultat i zgjidhjes së ekuacioneve të vazhdimësisë dhe energjisë në rrjet, ndërsa kërkesa mbetet konstante gjatë gjithë simulimit. Kjo do të thotë se edhe në rastet kur presioni në nyje bie nën vlerat e kërkuara, modeli vazhdon të supozojë furnizim të plotë me ujë, gjë që mund të mos përputhet me kushtet reale të operimit [3].

Kjo qasje është veçanërisht e përshtatshme për analizat në kushte normale operative, ku sistemi funksionon brenda parametrave të projektuar dhe presioni është i mjaftueshëm për të përmbushur kërkesën. Për këtë arsye, DDA përdoret gjerësisht në fazat e projektimit dhe dimensionimit të rrjeteve të ujësjellësit [6].

Megjithatë, një nga kufizimet kryesore të DDA është mungesa e aftësisë për të përfaqësuar situatat me presion të ulët ose kushtet emergjente. Në këto raste, supozimi i plotësimi të plotë të kërkesës mund të çojë në rezultate jo realiste dhe në nënvlerësimin e problemeve në rrjet [5].

Pavarësisht këtyre kufizimeve, DDA mbetet një mjet i rëndësishëm në analizën hidraulike për shkak të thjeshtësisë së saj, kërkesave më të ulëta për të dhëna dhe efikasitetit në llogaritje. Në praktikë, ajo shpesh përdoret si një hap fillestar në analizën e rrjetit, përpara aplikimit të metodave më të avancuara si Pressure Driven Analysis (PDA).

Gjatë analizës DDA kemi bërë dy lloje simulimesh që njihen në inxhinierinë hidroteknike si:

1. Rrjedhja në kohë të qëndrueshme (Steady-State)

2. Analiza në kohë (Extended Period Simulation)

5.7.1.1. Analiza e rrjedhjes në kohë të qëndrueshme (SSS) në kuadër të DDA

Simulimi i rrjedhjes së qëndrueshme (Steady-State Simulation) në kuadër të Demand Driven Analysis (DDA) përfaqëson një nga qasjet më themelore dhe më të përdorura në analizën hidraulike të rrjeteve të ujësjellësit. Në këtë metodë, sistemi analizohet në një gjendje të ekuilibruar, ku të gjithë parametrat hidraulikë si rrjedha dhe presioni konsiderohen konstantë gjatë kohës së simulimit [3].

Në kuadër të qasjes DDA, kërkesa për ujë në çdo nyje të rrjetit konsiderohet si një vlerë e njohur dhe fikse, e cila vendoset si input në model dhe supozohet se plotësohet plotësisht gjatë analizës. Kjo do të thotë se modeli nuk merr parasysh ndikimin e presionit në furnizimin real të konsumatorëve, por fokusohet në shpërndarjen e rrjedhës dhe presionit në rrjet bazuar në kërkesat e përcaktuara [1].

Nga pikëpamja matematikore, simulimi Steady-State në DDA bazohet në zgjidhjen e ekuacioneve të vazhdimësisë në nyje dhe ekuacioneve të energjisë në tubacione. Ligji i vazhdimësisë siguron që në çdo nyje shuma e rrjedhave hyrëse të jetë e barabartë me shumën e rrjedhave dalëse, ndërsa ligji i energjisë përshkruan humbjet e presionit përgjatë tubacioneve si rezultat i fërkimit dhe rezistencës hidraulike [6].

Në këtë kontekst, përdoren formulime hidraulike si ajo e Hazen–Williams ose Darcy–Weisbach për llogaritjen e humbjeve të energjisë. Këto formulime janë të integruara në softuerët e modelimit dhe zgjidhen në mënyrë iterative për të arritur një gjendje ekuilibri në rrjet [6].

Një nga përparësitë kryesore të kësaj qasjeje është thjeshtësia dhe efikasiteti në llogaritje. Duke qenë se nuk përfshin ndryshime në kohë, simulimi Steady-State kërkon më pak të dhëna dhe kohë për përpunim, duke e bërë atë të përshtatshëm për analizat fillestare dhe për verifikimin e dimensionimit të rrjetit [3].

Megjithatë, kjo qasje ka edhe kufizime të rëndësishme. Duke qenë se kërkesa konsiderohet e pandryshueshme dhe plotësohet plotësisht, modeli nuk është në gjendje të përfaqësojë situatat reale ku presioni në rrjet është i pamjaftueshëm për të përmbushur kërkesën. Si rezultat, mund të ndodhë që disa probleme hidraulike të mos identifikohen në këtë fazë të analizës [5].

Në kuadër të këtij studimi, simulimi Steady-State në DDA përdoret si një hap fillestar për analizimin e rrjetit të ujësjellësit në lagjen Dardania në qytetin e Prizren, duke ofruar një pasqyrë të përgjithshme të shpërndarjes së presionit dhe rrjedhës në sistem. Kjo analizë shërben si bazë për zhvillimin e analizave më të avancuara, si analiza në kohë (EPS) dhe qasjet e bazuara në presion (PDA).

Si analizë bazike paraqet varësi ndaj analizës EPS, si analizë më e sofistikuar se sa ajo. Analizën e kërkesës për ujë e kemi bërë duke u bazuar në analizën klasike të kërkesës për ujë rezidencial, duke marrur si si kërkesë bazë 150 l/d/b si prurje mesatare orare dhe koeficientin e jonjëtrajtshmërisë $k_o = 1.25$. Pastaj është bërë llogaritja e prurjes nyjore si vijon:

$$Q_i = \sum_{j=1}^n \left(\frac{q_j * L_j}{2} \right)$$

Q_i – prurja në nyjen i [l / s]

q_j – prurja rrugore në tubacionin j [l / s / m]

L_j – gjatësia e tubacionit j [m]

LLOGARITJA E PRURJES NYJORE NGA PRURJET RRUGORE

Prurja e shpërndarë përgjatë tubacioneve (prurje lineare) ndahet në mënyrë të barabartë në të dy skajet e tubacionit.

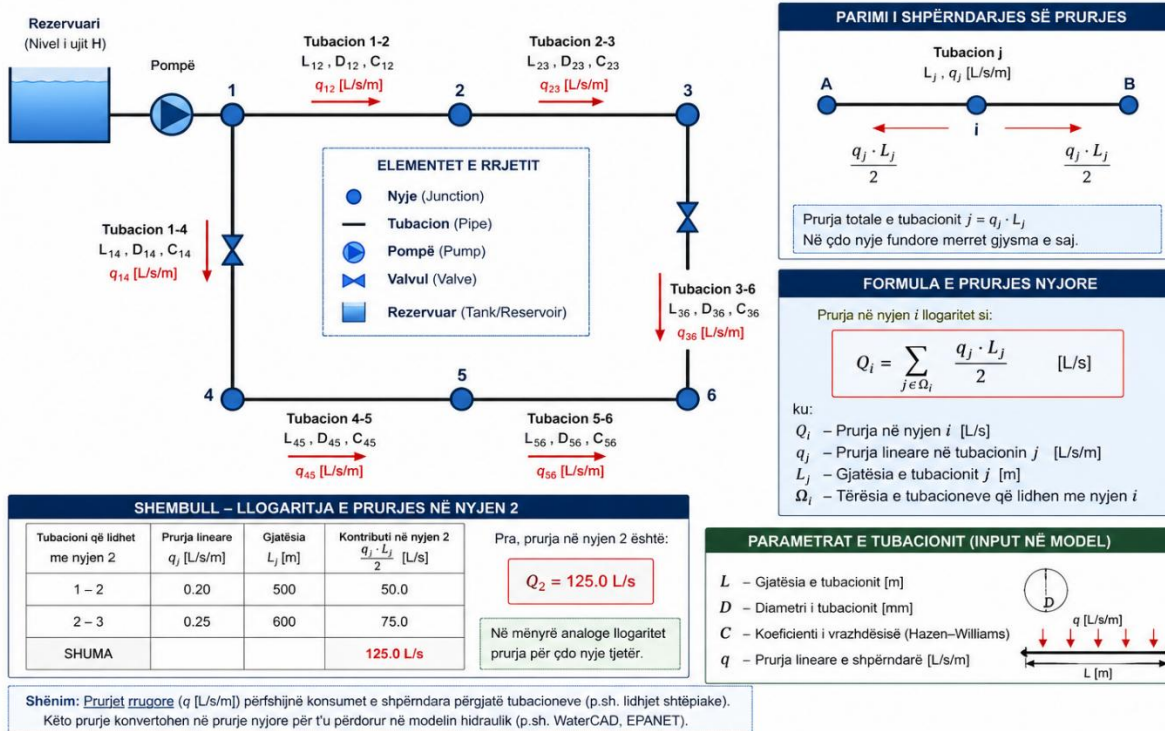
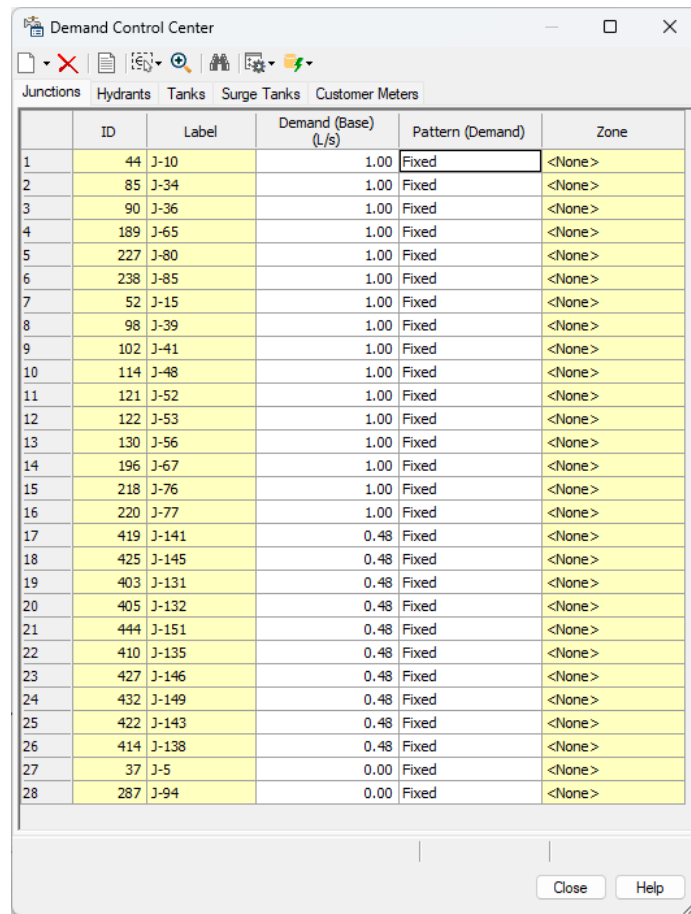


Figura 15 Paraqitja e përcaktimit të prurjes nyjore nga prurjes rrugore [8]

Bazuar në këtë llogaritje, kemi caktuar prurjet nyjore dhe kemi marrur rezultate, të cilat i kemi futur në model. Pasi të gjithë parametrat tjerë janë rregulluar dhe inputet tone janë të gjitha në model, kemi material të mjaftfueshëm për simulimin Steady-State ku kemi:



The screenshot shows the 'Demand Control Center' window with a toolbar and tabs for 'Junctions', 'Hydrants', 'Tanks', 'Surge Tanks', and 'Customer Meters'. The 'Junctions' tab is active, displaying a table with 28 rows of junction data. The table columns are ID, Label, Demand (Base) (L/s), Pattern (Demand), and Zone. The data is as follows:

	ID	Label	Demand (Base) (L/s)	Pattern (Demand)	Zone
1	44	J-10	1.00	Fixed	<None>
2	85	J-34	1.00	Fixed	<None>
3	90	J-36	1.00	Fixed	<None>
4	189	J-65	1.00	Fixed	<None>
5	227	J-80	1.00	Fixed	<None>
6	238	J-85	1.00	Fixed	<None>
7	52	J-15	1.00	Fixed	<None>
8	98	J-39	1.00	Fixed	<None>
9	102	J-41	1.00	Fixed	<None>
10	114	J-48	1.00	Fixed	<None>
11	121	J-52	1.00	Fixed	<None>
12	122	J-53	1.00	Fixed	<None>
13	130	J-56	1.00	Fixed	<None>
14	196	J-67	1.00	Fixed	<None>
15	218	J-76	1.00	Fixed	<None>
16	220	J-77	1.00	Fixed	<None>
17	419	J-141	0.48	Fixed	<None>
18	425	J-145	0.48	Fixed	<None>
19	403	J-131	0.48	Fixed	<None>
20	405	J-132	0.48	Fixed	<None>
21	444	J-151	0.48	Fixed	<None>
22	410	J-135	0.48	Fixed	<None>
23	427	J-146	0.48	Fixed	<None>
24	432	J-149	0.48	Fixed	<None>
25	422	J-143	0.48	Fixed	<None>
26	414	J-138	0.48	Fixed	<None>
27	37	J-5	0.00	Fixed	<None>
28	287	J-94	0.00	Fixed	<None>

Tabela 7 Paraqitja e prurjeve të simulimit Steady-State [15]

Siç shihet në figurë, kërkesa për ujë është fikse, ku i korensponon llojit të simulimit që e kemi. Bazuar në prurjet që kemi dhe diametrat fillestarë të caktuar, modeli ynë është i gatshëm të bëjë simulimin fillestar, si hap themelor për vazhdimin e analizave në kuadër të DDA.

Pasi vazhdojmë me simulimin hidraulik Steady-State, atëherë kemi rezultatet që do të paraqesim në vijim, me anë të të cilave arrijmë të dallojmë punën thuajse reale të rrjetit të ujësjellësit në lagjen Dardania. Fillimisht bëjmë simulimin bazuar në skenarin 1, ku valvola izoluese “ISO-03” është e mbyllur.

Emërtimi i nyjes	Kuota e terenit (m)	Kërkesa për ujë (L/s)	Vija hidraulike (m)	Presioni (bars)
J-5	489.51	0	586.5	9.49
J-7	518.48	0	559.97	4.06
J-8	515.6	0	559.99	4.34
J-9	494.86	0	550.34	5.43
J-10	492.59	0.89	549.9	5.61
J-11	526.99	0	559.8	3.21
J-12	536.57	0	559.77	2.27
J-15	527.11	0.89	558.28	3.05
J-19	546.77	0	559.75	1.27
J-23	515.47	0	559.98	4.36
J-25	515.65	0	559.99	4.34
J-34	499.45	0.89	549.59	4.91
J-35	494.4	0	550.82	5.52
J-36	499	0.89	550.02	4.99
J-39	535.82	0.89	559.35	2.3
J-41	545.82	0.89	559.32	1.32
J-42	484.93	0	586.5	9.94
J-47	510.87	0	559.93	4.8
J-48	534.92	0.89	559.15	2.37
J-52	485.09	0.89	551.79	6.53
J-53	488.64	0.89	549.25	5.93
J-55	505.52	0	552.35	4.58
J-56	490.45	0.89	551.69	5.99
J-62	493.92	0	551.43	5.63
J-63	495.5	0	551.31	5.46
J-64	497.22	0	551.17	5.28
J-65	498.54	0.89	551.1	5.14
J-66	530.06	0	558.98	2.83
J-67	532.35	0.89	558.22	2.53
J-70	515.69	0	560	4.34
J-71	514.26	0	559.89	4.47
J-72	515.04	0	558.13	4.22
J-73	510.74	0	557.65	4.59
J-74	510.52	0	557.45	4.59
J-75	508.53	0	557.32	4.78
J-76	505.37	0.89	557.18	5.07

J-77	510.34	0.89	557.35	4.6
J-78	496.43	0	550.13	5.26
J-79	502.46	0	546.93	4.35
J-80	503.28	0.89	545.94	4.17
J-82	501.7	0	547.65	4.5
J-83	503.93	0	545.97	4.11
J-84	504.1	0	545.2	4.02
J-85	507.4	0.89	542.9	3.47
J-86	489.59	0	586.5	9.48
J-90	546.6	0	587.33	3.99
J-91	576.59	0	587.81	1.1
J-92	587.41	0	587.98	0.06
J-93	571.6	0	588.23	1.63
J-94	581.11	0	588.45	0.72
J-95	487.87	0	586.5	9.65
J-96	491.04	0	586.5	9.34
J-97	491.95	0	586.5	9.25
J-98	494.22	0	586.5	9.03
J-99	493.31	0	586.5	9.12
J-100	499.93	0	586.5	8.47
J-101	511.79	0	586.5	7.31
J-102	524.79	0	586.5	6.04
J-103	544.75	0	586.5	4.09
J-104	532.54	0	586.5	5.28
J-105	543.57	0	586.5	4.2
J-106	554.68	0	586.5	3.11
J-107	577.13	0	586.5	0.92
J-108	580.24	0	586.5	0.61
J-109	489.77	0	586.5	9.47
J-113	492.37	0	552.35	5.87
J-114	492.2	0	552.35	5.89
J-115	489.58	0	552.34	6.14
J-116	480.19	0	552.33	7.06
J-117	478.85	0	552.33	7.19
J-118	507.65	0	559.9	5.11
J-119	486.49	0	552.34	6.44
J-120	496.95	0	552.35	5.42
J-121	502.42	0	552.35	4.89
J-122	500.39	0	552.62	5.11
J-123	503.98	0	552.77	4.77
J-124	482.74	0	552.34	6.81

J-125	509.45	0	553.01	4.26
J-126	489.7	0	552.35	6.13
J-127	480.88	0	586.5	10.34
J-129	508.35	0	558.33	4.89
J-130	509.09	0	556.73	4.66
J-131	504.35	0.43	556.26	5.08
J-132	514.25	0.43	556.17	4.1
J-135	497.86	0.43	552.53	5.35
J-136	497.78	0	552.53	5.36
J-137	510.18	0	553.1	4.2
J-138	510.83	0.43	553.09	4.14
J-140	492.02	0	552.35	5.9
J-141	491.7	0.43	552.28	5.93
J-142	498.07	0	551.76	5.26
J-143	511.51	0.43	551.58	3.92
J-144	516.43	0	558.93	4.16
J-145	498.34	0.43	558.22	5.86
J-146	493.88	0.43	552.12	5.7
J-148	515.65	0	553.94	3.75
J-149	524.66	0.43	553.9	2.86
J-150	497.12	0	550.06	5.18
J-151	520.68	0.43	558.91	3.74
J-155	518.28	0	559.95	4.08
J-156	517.76	0	559.98	4.13

Tabela 8 Rezultatet e modelimit hidraulik në nyje sipas simulimit SSS në kuadër të DDA- Skenari 1

Segmenti	Nyja e fillim it	Nyja e fund it	Gjatësia e segmen tit (m)	Materi al	Hazen - Willia ms C	Prurj a (L/s)	Shpejtë sia (m/s)	Gradie nti hidraul ik (m/km)
Tub PE100 Dj 50 mm PN 10 bar	J-9	J-10	42	HDPE	140	0.89	0.59	10.267
Tub PE100 Dj 110 mm PN 10 bar	J-11	J-12	48	HDPE	140	1.78	0.24	0.797
Tub PE100 Dj 40 mm PN 10 bar	J-11	J-15	50	HDPE	140	0.89	0.91	30.442
Tub PE100 Dj 110 mm PN 10 bar	J-12	J-19	58	HDPE	140	0.89	0.12	0.221
Tub PE100 Dj 50 mm PN 10 bar	J-34	J-9	72	HDPE	140	-0.89	0.59	10.266
Tub PE100 Dj 50 mm PN 10 bar	J-35	J-36	78	HDPE	140	0.89	0.59	10.266
Tub PE100 Dj 63 mm PN 10 bar	J-39	J-12	123	HDPE	140	-0.89	0.37	3.342
Tub PE100 Dj 63 mm PN 10 bar	J-41	J-19	130	HDPE	140	-0.89	0.37	3.342
Tub PE100 Dj 63 mm PN 10 bar	J-47	J-48	234	HDPE	140	0.89	0.37	3.342
Tub PE100 Dj 50 mm PN 10 bar	J-52	J-53	248	HDPE	140	0.89	0.59	10.266
Tub PE100 Dj 75 mm PN 10 bar	J-55	J-56	462	HDPE	140	0.89	0.26	1.425
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-23	J-8	7	HDPE	140	- 11.4 6	0.37	0.765
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-109	J-42	864	HDPE	140	0	0	0
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-8	J-25	2	HDPE	140	- 15.0 2	0.49	1.258
Tub PE100 Dj 63 mm PN 10 bar	J-62	J-63	36	HDPE	140	0.89	0.37	3.342
Tub PE100 Dj 63 mm PN 10 bar	J-63	J-64	41	HDPE	140	0.89	0.37	3.343
Tub PE100 Dj 63 mm PN 10 bar	J-64	J-65	23	HDPE	140	0.89	0.37	3.341

Tub PE100 Dj 40 mm PN 10 bar	J-11	J-66	27	HDPE	140	0.89	0.91	30.441
Tub PE100 Dj 40 mm PN 10 bar	J-66	J-67	25	HDPE	140	0.89	0.91	30.442
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-25	J-70	2	HDPE	140	- 16.7 3	0.54	1.549
Tub PE100 Dj 63 mm PN 10 bar	J-70	J-71	9	HDPE	140	1.78	0.74	12.069
Tub PE100 Dj 63 mm PN 10 bar	J-71	J-72	146	HDPE	140	1.78	0.74	12.066
Tub PE100 Dj 63 mm PN 10 bar	J-72	J-73	39	HDPE	140	1.78	0.74	12.065
Tub PE100 Dj 63 mm PN 10 bar	J-73	J-74	62	HDPE	140	0.89	0.37	3.343
Tub PE100 Dj 63 mm PN 10 bar	J-74	J-75	38	HDPE	140	0.89	0.37	3.341
Tub PE100 Dj 63 mm PN 10 bar	J-75	J-76	41	HDPE	140	0.89	0.37	3.343
Tub PE100 Dj 63 mm PN 10 bar	J-73	J-77	90	HDPE	140	0.89	0.37	3.342
Tub PE100 Dj 40 mm PN 10 bar	J-78	J-79	105	HDPE	140	0.89	0.91	30.441
Tub PE100 Dj 40 mm PN 10 bar	J-79	J-80	33	HDPE	140	0.89	0.91	30.442
Tub PE100 Dj 40 mm PN 10 bar	J-82	J-83	55	HDPE	140	0.89	0.91	30.442
Tub PE100 Dj 40 mm PN 10 bar	J-83	J-84	25	HDPE	140	0.89	0.91	30.441
Tub PE100 Dj 40 mm PN 10 bar	J-84	J-85	75	HDPE	140	0.89	0.91	30.442
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-5	J-86	5	HDPE	140	0	0	0
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-86	J-109	10	HDPE	140	0	0	0
Tub PE100 Dj 225 mm	J-70	PRV-2	2	HDPE	140	- 18.5 1	0.6	1.843
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	PRV-2	J-90	214	HDPE	140	- 18.5 1	0.6	1.856
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-90	J-91	255	HDPE	140	- 18.5 1	0.6	1.856
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-91	J-92	91	HDPE	140	- 18.5 1	0.6	1.856

Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-92	J-93	137	HDPE	140	- 18.5 1	0.6	1.856
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-93	J-94	119	HDPE	140	- 18.5 1	0.6	1.856
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-94	T-2	27	HDPE	140	- 18.5 1	0.6	1.856
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-95	J-5	90	HDPE	140	0	0	0
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-96	J-95	125	HDPE	140	0	0	0
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-97	J-96	79	HDPE	140	0	0	0
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-98	J-97	42	HDPE	140	0	0	0
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-99	J-98	146	HDPE	140	0	0	0
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-100	J-99	88	HDPE	140	0	0	0
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-101	J-100	135	HDPE	140	0	0	0
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-102	J-101	112	HDPE	140	0	0	0
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-103	J-102	45	HDPE	140	0	0	0
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-104	J-103	145	HDPE	140	0	0	0
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-105	J-104	128	HDPE	140	0	0	0
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-106	J-105	79	HDPE	140	0	0	0
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-107	J-106	154	HDPE	140	0	0	0
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	T-1	J-108	18	HDPE	140	0	0	0
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-108	J-107	49	HDPE	140	0	0	0
Dj 160 mm	J-113	J-114	7	HDPE	140	0.5	0.03	0.01
Tub PE100 Dj 160 mm PN 10 bar	J-116	J-117	58	HDPE	140	1.45	0.09	0.088
Tub PE100 Dj 160 mm PN 10 bar	J-115	J-119	62	HDPE	140	0.89	0.06	0.035
Tub PE100 Dj 160 mm PN 10 bar	J-120	J-121	63	HDPE	140	-0.26	0.02	0.004

Tub PE100 Dj 160 mm PN 10 bar	J-122	J-123	65	HDPE	140	-8.56	0.55	2.338
Tub PE100 Dj 160 mm PN 10 bar	J-116	J-124	67	HDPE	140	-1.32	0.08	0.074
Tub PE100 Dj 160 mm PN 10 bar	J-123	J-125	80	HDPE	140	-9.72	0.62	2.955
Tub PE100 Dj 160 mm PN 10 bar	J-126	J-120	97	HDPE	140	-1.15	0.07	0.056
Tub PE100 Dj 160 mm PN 10 bar	J-124	J-126	117	HDPE	140	-1.22	0.08	0.063
Tub PE100 Dj 160 mm PN 10 bar	J-117	J-119	495	HDPE	140	-0.75	0.05	0.026
Tub PE100 Dj 160 mm PN 10 bar	J-126	J-114	498	HDPE	140	-0.07	0	0
Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-127	J-117	202	HDPE	140	0	0	0
Tub PE100 Dj 40 mm PN 10 bar	J-129	J-130	57	HDPE	140	0.85	0.88	28.225
Tub PE100 Dj 40 mm PN 10 bar	J-130	J-131	61	HDPE	140	0.43	0.44	7.819
Tub PE100 Dj 40 mm PN 10 bar	J-130	J-132	71	HDPE	140	0.43	0.44	7.819
Tub PE100 Dj 63 mm PN 10 bar	J-135	J-136	8	HDPE	140	-0.43	0.18	0.86
Tub PE100 Dj 63 mm PN 10 bar	J-137	J-138	9	HDPE	140	0.43	0.18	0.858
Tub PE100 Dj 63 mm PN 10 bar	J-140	J-141	78	HDPE	140	0.43	0.18	0.858
Tub PE100 Dj 63 mm PN 10 bar	J-142	J-143	206	HDPE	140	0.43	0.18	0.858
Tub PE100 Dj 63 mm PN 10 bar	J-146	J-114	264	HDPE	140	-0.43	0.18	0.858
Tub PE100 Dj 75 mm PN 10 bar	J-148	J-149	113	HDPE	140	0.43	0.12	0.366
Tub PE100 Dj 90 mm PN 10 bar	J-23	J-148	386	HDPE	140	5.24	1.06	15.651
Tub PE100 Dj 90 mm PN 10 bar	J-118	J-125	428	HDPE	140	5.33	1.08	16.124
Tub PE100 Dj 90 mm PN 10 bar	J-121	J-123	442	HDPE	140	-1.15	0.23	0.949
Tub PE100 Dj 90 mm PN 10 bar	J-119	J-116	445	HDPE	140	0.13	0.03	0.017
Tub PE100 Dj 90 mm PN 10 bar	J-124	J-115	463	HDPE	140	-0.1	0.02	0.011
Tub PE100 Dj 90 mm PN 10 bar	J-122	J-120	464	HDPE	140	0.88	0.18	0.578

Tub PE100 Dj 225 mm PN 10 bar	J-42	J-127	63	HDPE	140	0	0	0
Tub PE100 Dj 90 mm PN 10 bar(1)	J-113	J-62	57	HDPE	140	5.34	1.08	16.185
Tub PE100 Dj 90 mm PN 10 bar(2)(1)	J-62	J-35	52	HDPE	140	4.45	0.9	11.548
Tub PE100 Dj 90 mm PN 10 bar(2)(2)(1)	J-35	J-9	64	HDPE	140	3.56	0.72	7.638
Tub PE100 Dj 90 mm PN 10 bar(2)(2)(2)(1)	J-9	J-78	98	HDPE	140	1.78	0.36	2.116
Tub PE100 Dj 90 mm PN 10 bar(2)(2)(2)(2)	J-78	J-150	114	HDPE	140	0.89	0.18	0.586
Tub PE100 Dj 40 mm PN 10 bar	J-82	J-150	79	HDPE	140	-0.89	0.91	30.442
Tub PE100 Dj 90 mm PN 10 bar(1)	J-7	J-144	534	HDPE	140	1.71	0.35	1.962
Tub PE100 Dj 90 mm PN 10 bar(2)	J-144	J-151	117	HDPE	140	0.43	0.09	0.151
Tub PE100 Dj 160 mm PN 10 bar(1)	J-121	J-55	39	HDPE	140	0.89	0.06	0.036
Tub PE100 Dj 160 mm PN 10 bar(2)	J-55	J-118	25	HDPE	140	0	0	0
Tub PE100 Dj 90 mm PN 10 bar(1)	J-148	J-137	63	HDPE	140	4.82	0.98	13.372
Tub PE100 Dj 90 mm PN 10 bar(2)	J-137	J-125	8	HDPE	140	4.39	0.89	11.261
Tub PE100 Dj 160 mm PN 10 bar(1)	J-113	J-136	109	HDPE	140	-7.25	0.46	1.719
Tub PE100 Dj 160 mm PN 10 bar(2)	J-136	J-122	45	HDPE	140	-7.68	0.49	1.911
Tub PE100 Dj 160 mm PN 10 bar(1)	J-118	J-47	27	HDPE	140	-5.33	0.34	0.971
Tub PE100 Dj 160 mm PN 10 bar(2)	J-47	J-23	43	HDPE	140	-6.22	0.4	1.293
Tub PE100 Dj 63 mm PN 10 bar(1)	J-144	J-129	91	HDPE	140	1.28	0.53	6.566
Tub PE100 Dj 63 mm PN 10 bar(2)	J-129	J-145	133	HDPE	140	0.43	0.18	0.859
Tub PE100 Dj 160 mm PN 10 bar	J-115	J-140	47	HDPE	140	-0.99	0.06	0.043
Dj 160	J-140	J-113	6	HDPE	140	-1.42	0.09	0.087
Tub PE100 Dj 110 mm PN 10 bar(2)	J-155	J-11	51	HDPE	140	3.56	0.48	2.874
Tub PE100 Dj 110 mm PN 10 bar	J-8	J-155	14	HDPE	140	3.56	0.48	2.874

Tub PE100 Dj 110 mm PN 10 bar(1)	J-7	J-156	6	HDPE	140	-1.71	0.23	0.736
Tub PE100 Dj 110 mm PN 10 bar	J-156	J-25	19	HDPE	140	-1.71	0.23	0.737
Tub PE100 Dj 90 mm PN 10 bar(2)(2)	J-52	J-142	186	HDPE	140	0.43	0.09	0.15
Tub PE100 Dj 90 mm PN 10 bar(1)(1)	J-117	J-52	172	HDPE	140	2.21	0.45	3.151
P-26-OD225 mm	R-2	T-2	4	HDPE	130	-82.85	1.1	122.849
P-28-OD225 mm	R-4	T-1	6	HDPE	130	197.75	1.1	615.301

Tabela 9 Rezultatet e modelimit hidraulik në tubacione sipas simulimit SSS në kuadër të DDA-Skenari 1

Mund të vërejmë shumë qartë pikat kritike të rrjetit nga analiza SSS, ku në tabelën e nyjeve kemi disa pika me presione të larta, ose thënë ndryshime me parametra kufitar për zgjedhjen e presionit nominal të tubacioneve. Mirëpo për zgjedhjen adekuate të materialeve na nevojitet patjetër edhe analiza EPS, ku na jep rezultatet e ndryshimit të presioneve përgjatë ditës, ku në keto pika nevojitet analizë e presioneve në kohët me konsum të vogël.

Rastet ku kemi $Q = 0$, kemi të bëjmë me nyje me akse shumë të shkurtra, ku nuk kemi konsum dhe rrjedhimisht prurja e nyjes është zero. Shpejtësitë shihet që janë dhënë nga simulimi fillestar tregojnë se janë në intervale të shpejtësive ekonomike, të cilat nuk shkaktojnë “dëme” të mëdha në presionet e nyjeve të rrjetit. Softueri na jep edhe mundësinë që në mënyrë grafike në planimetri të analizojmë presionet, duke paraqitur izobaret si formë e përshkrimit të detajuar dhe zonave kritike pa kontrolluar manualisht në pjesën tabelare.

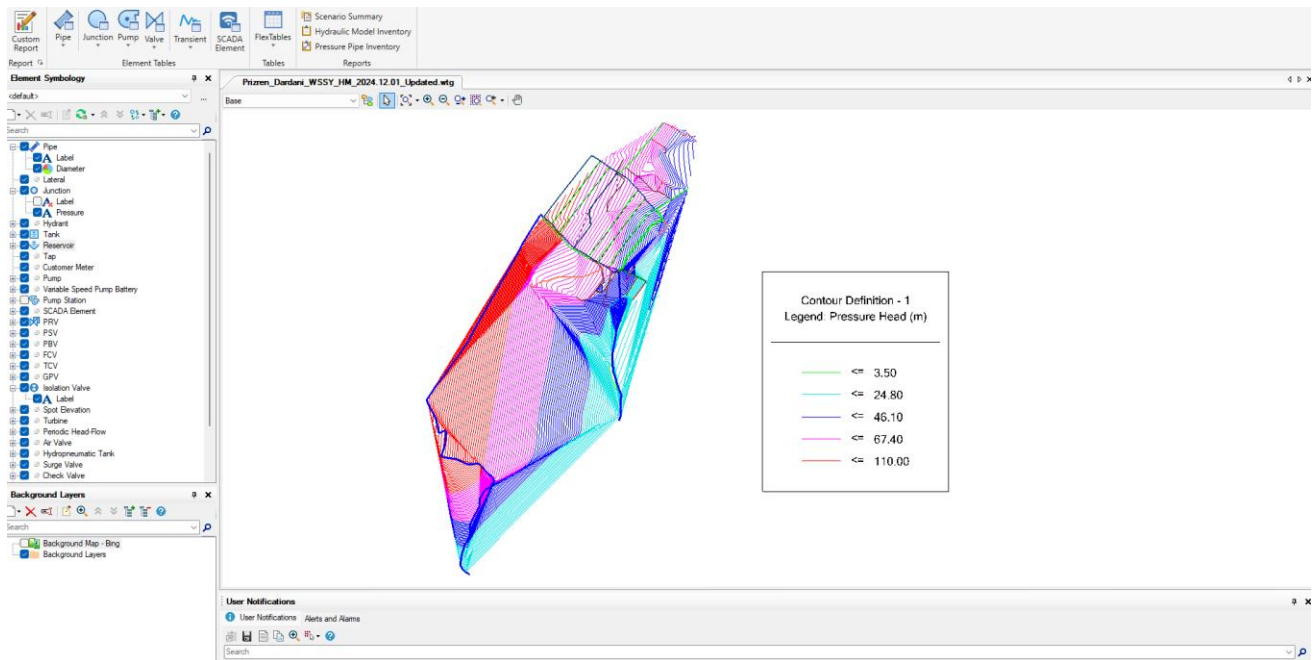
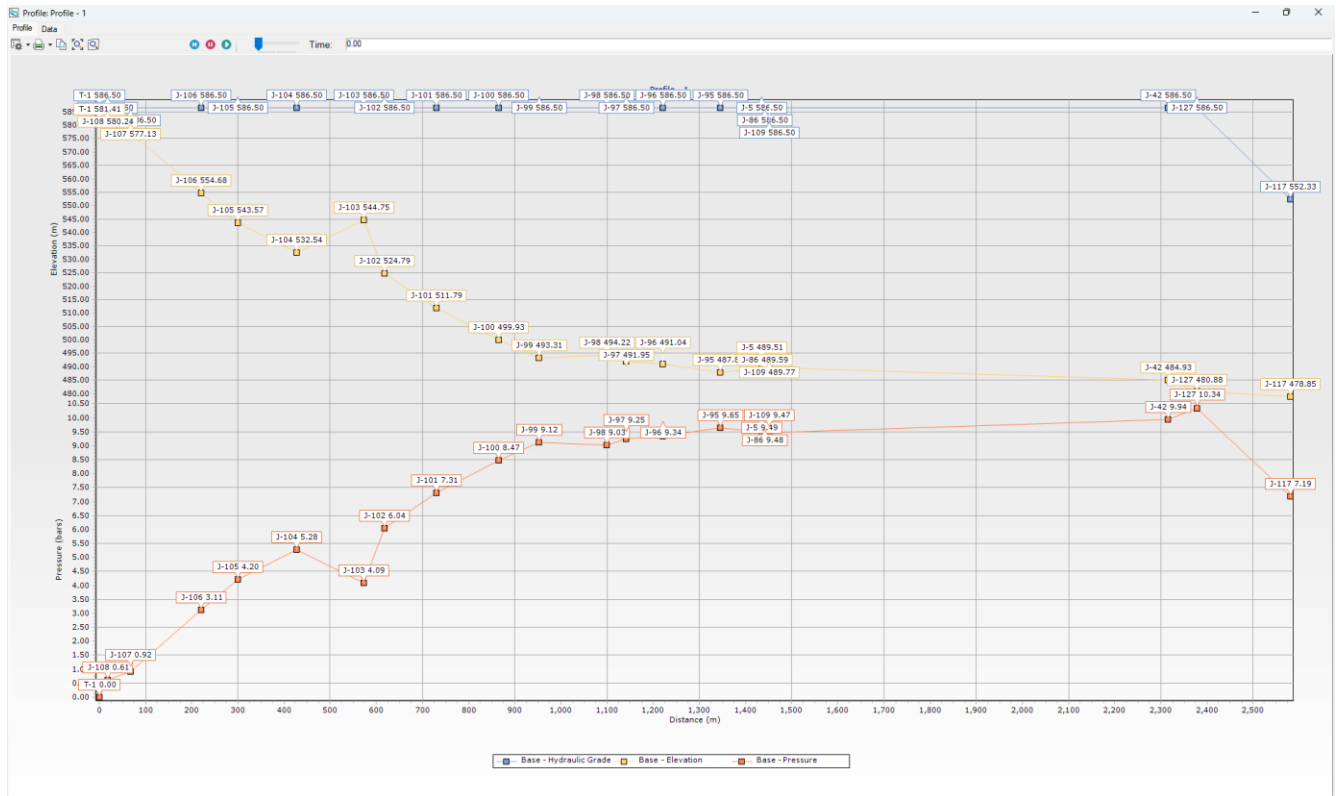


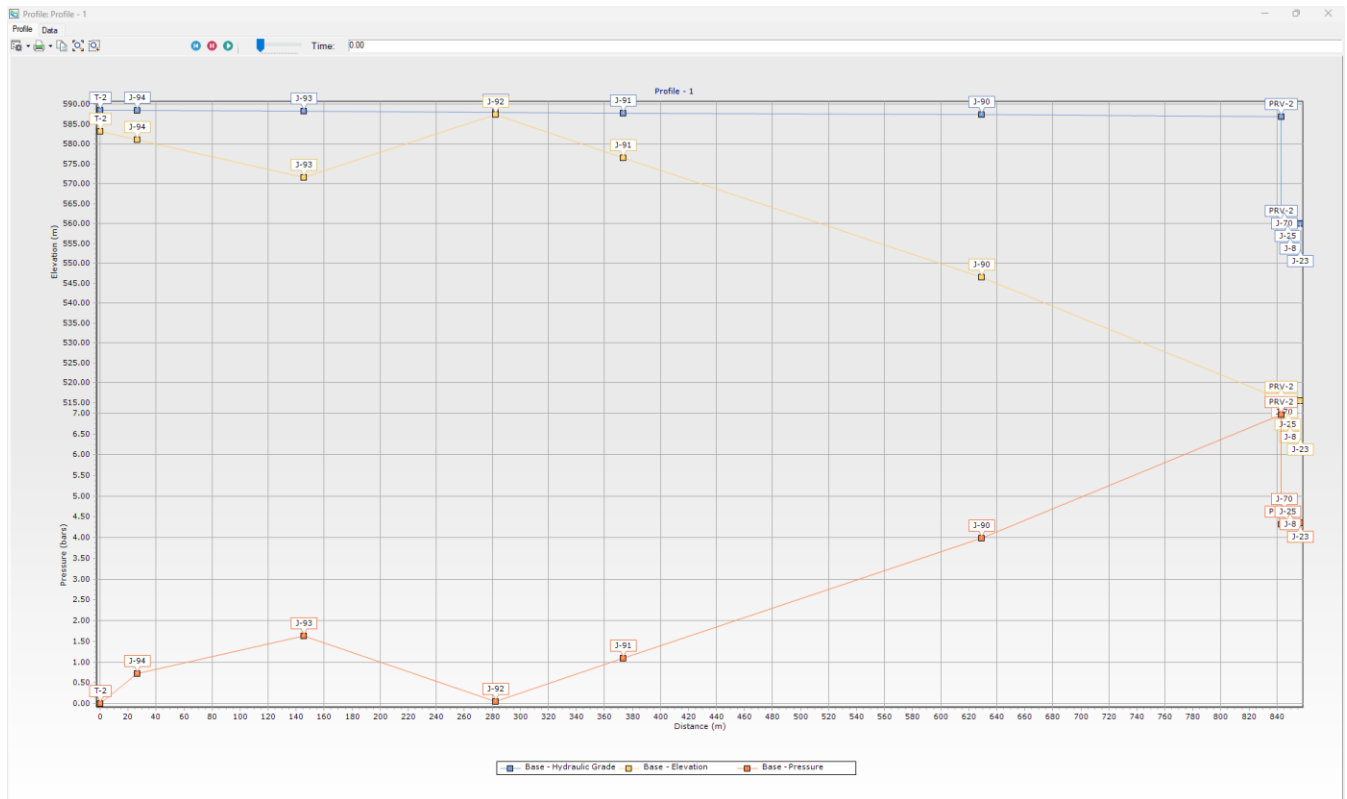
Figura 16 Paraqitja e izobareve në planimetrinë e rrjetit-Skenari 1 [15]

Siç shihet, softueri na ka ofruar mundësinë që vlerat numerike t'i jap vetë, për të pasur paraqitja e izobareve një pamje më informuese lidhur me presionit, ndonëse vlerat e paraqitura që shihen në legjendë nuk janë vlera fikse (p.sh. 24 m ,46 m).Nga pamja shihet se në rrjet nuk kemi zona me presion 3.5 m, i cili paraqet një nivel të ulët të presionit dhe është i ndaluar të paraqitet në zonat e banimit. Në të dy rezervuarët që furnizojnë zonën e studimit shihet se në fillim, në pjesën që i quajmë tubacione magjistrale, kemi presione të ulëta si zakonisht, pasi furnizimin e kemi me gravitacion. Në pjesën që vie nga rezervuari në lindje të Kalasë së Prizrenit dallojmë presione të larta, ku shihet se izobaret janë me ngjyrë të kuqe dhe duhet të jetë pjesë e rëndësishme në analizën EPS, ku dallojmë qartë lëvizjen e presioneve në atë zone në kohët me konsum të ulët. Brenda zones së banimit shihet se kemi presione të kënaqshme dhe pa marrë parasysh ndryshimin e kërkesës nuk do të afektohet presioni në aspektin e furnizimit të banorëve. Paraqitje tjetër e presioneve në rrjet nga simulimi SSS kemi edhe grafikun e presionit të ndarë në linja të veçanta, ku analizohet veç e veç secila linjë furnizimi.



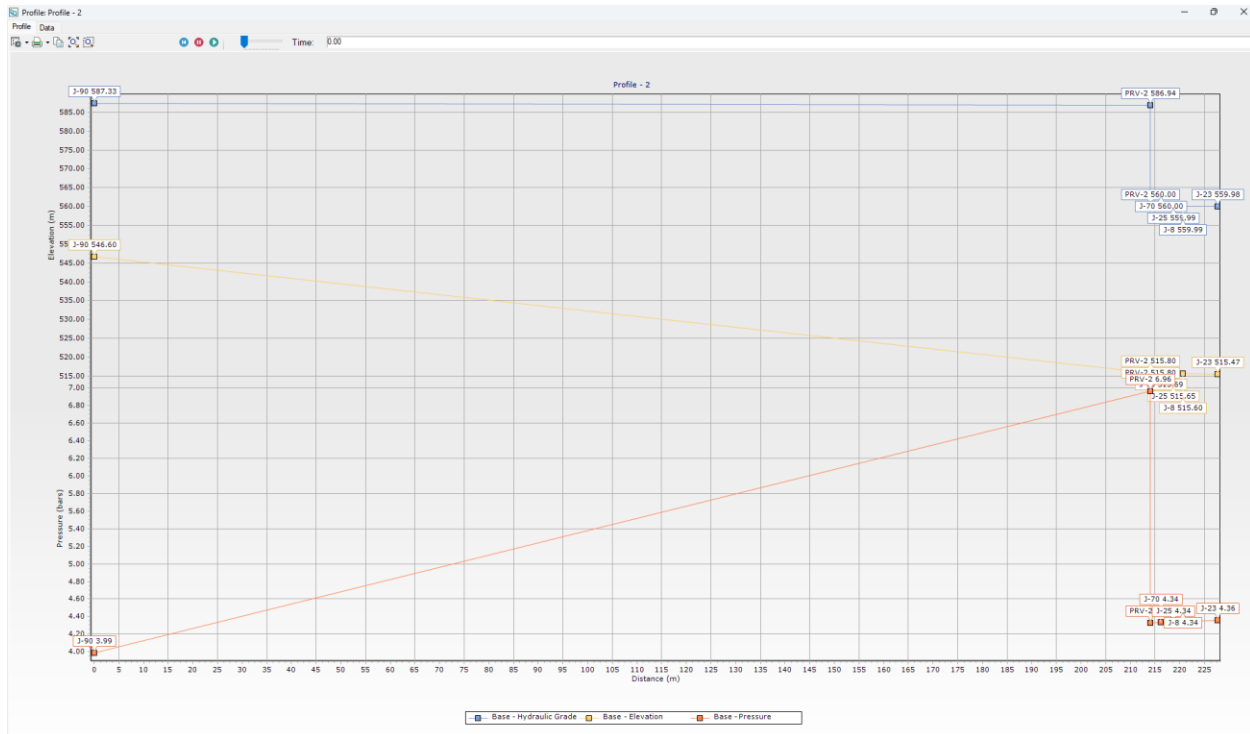
Grafiku 4 Grafiku i presioneve për linjën magjistrale që vie nga rezervuari në verilindje të kalasë së Prizrenit-Skenari 1 [15]

Me vijë të kaltërt është e paraqitur vija hidraulike e linjës magjistrale të tubacionit që del nga rezervuari në lindje të Kalasë së Prizrenit, me ngjyrë të verdhë kuota e terrenit, kurse me të portokalltë kemi presionin në nyje si rezultat i ndryshimit mes dy të parave. Siç haset thuajse në çdo praktikë në rastet kur kemi rrjedhje me gravitacion, presioni në fillim të rrjetit ka vlera më të ulëta si rezultat i kuotave të përafërta për shkak të distancës së shkurtë. Pastaj kemi ngritje të presionit deri në një pike ku kemi ngritje të kuotës së terrenit, dhe pjesën tjetër ngritet presioni për shkak se fillon duke ju afruar lagjes, për të cilën edhe është destinuar ky presion. E kënaqshme është se presioni nuk bien në vlera të ulëta, mirëpo tek “J-127” kemi presion 10.34 bar, gjë që na ndikon menjëherë në zgjedhjen e presionit nominal të tubaioneve. Zgjidhja më e mire teknike dhe praktike është zgjedhja e gypit me presion nominal 16 bar, për shkak se gypat me presion 12.5 bar nuk gjenden shumë në treg.



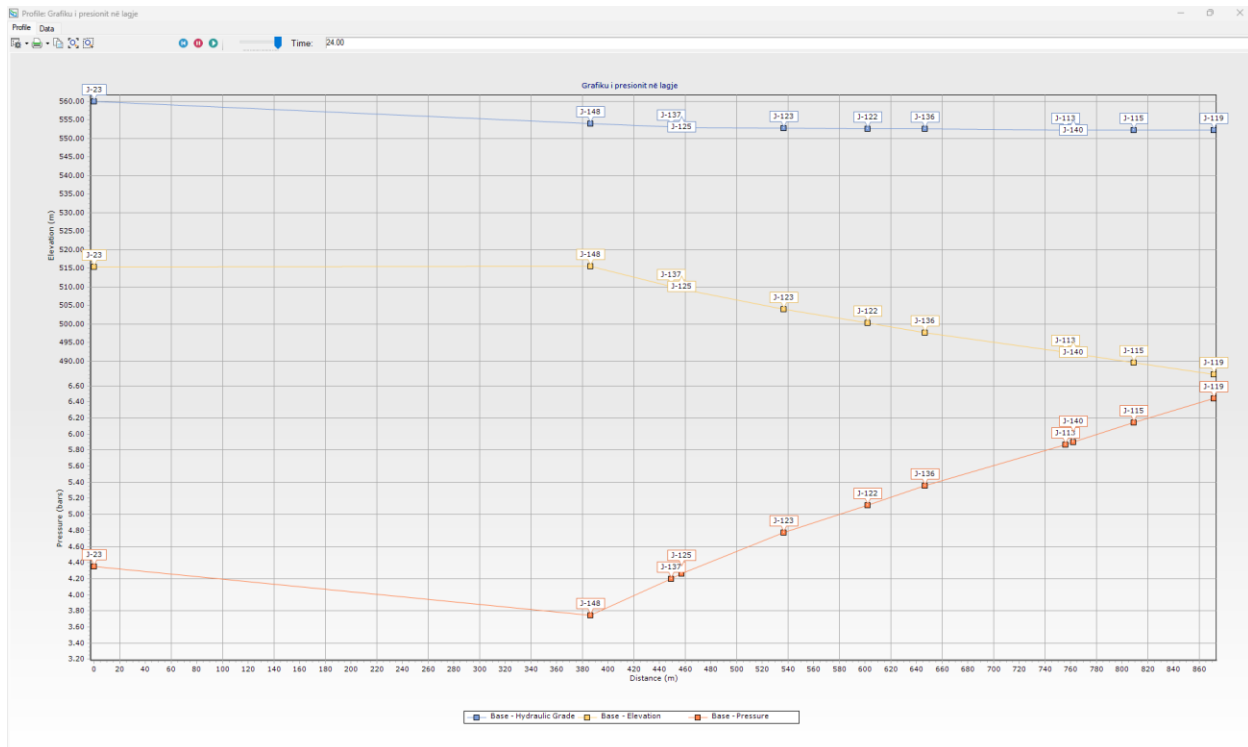
Grafiku 5 Grafiku i presioneve për linjën magjistrale që vie nga rezervuari në lindje të kalasë së Prizrenit-Skenari 1 [15]

Rasti tjetër është tubacioni që vie nga rezervuari në verilindje të kalasë së Prizrenit, i cili në natyrën e furnizimit është i njëjtë me rezervuarin e pare, mirëpo trajtimi i presioneve në këtë pjesë është më i sofistikuar për shkak të përdorimit të valvulës së reduktimit të presionit (PRV – Pressure Reducing Valve). Në grafik dallohet se kemi pikën “J-92”, ku kemi presion 0.06 bar si pikë kritike, ku për pak nuk na paraqitet presioni vakuumetrik. Në pjesën tjetër fillon të rritet presioni si shkak i rënies së kuotave të terenit, deri në pikën ku vendoset “PRV-2” me presion 7 bar, ku kemi një ulje të presioneve nga PRV me vijë hidraulike që bien ë 560 m. Kjo linjë paraqet një linjë shumë interesante për studim praktik në analizën PDA, e sidomos në linjën “J-92” ku kemi një presion shumë të ulët. Në vijim do të shohim nga afër funksionin e PRV të përdorur në uljen e presionit në vazhdim. Në simulimet tona vërehet se niveli i rezervuarit merr parasysh edhe niveli e mbushjes së tij, e në rastin tone merret parasysh thellësia inicuese e tij, i cili megjithatë nuk luan rol shumë të madh në rezultate, por na ofron saktësi të madhe.



Grafiku 6 Efekti i PRV në reduktimin e presionit-Skenari 1 [15]

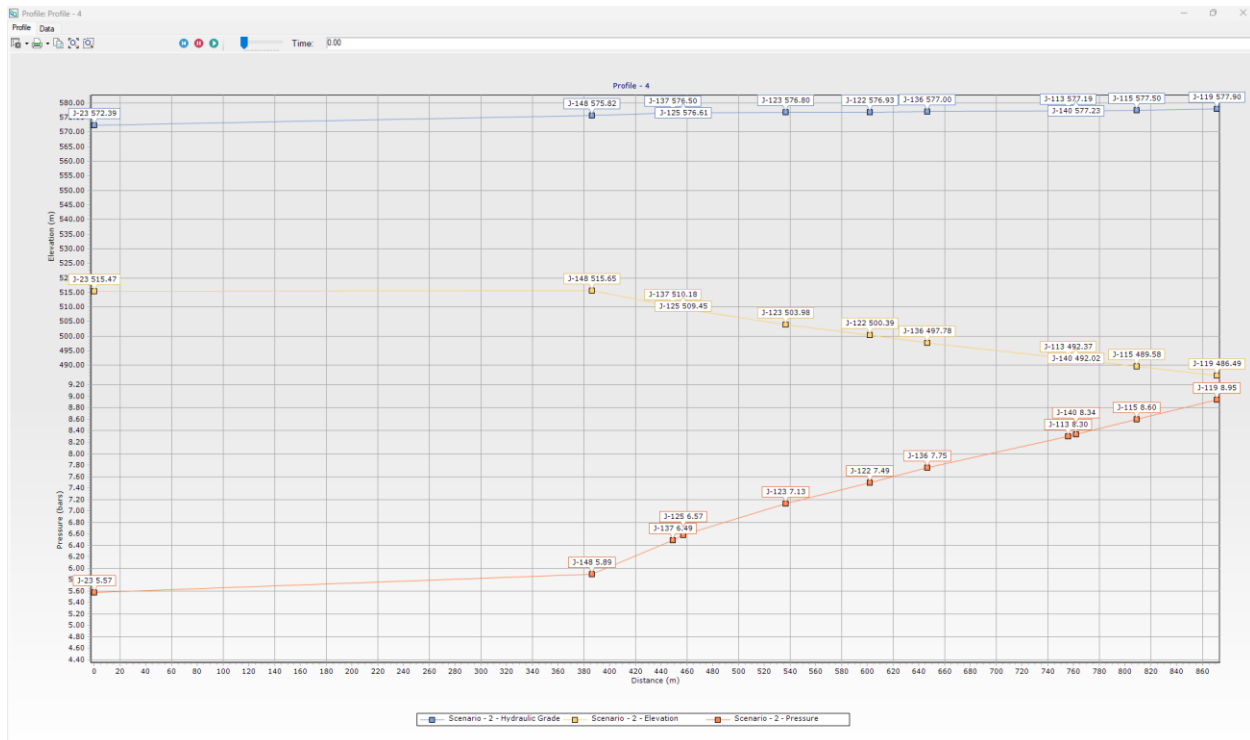
Zgjedhja e parametrave të PRV është bërë duke analizuar presionet e mjaftueshme në lagje, pasi PRV është vendosur pak para hyrjes në zonën e studimit. Në pikën ku është vendosur PRV, presioni nga 7 bar ka rënë në 4.34 bar dhe pastaj ka vazhduar duke pasur vijën hidraulike 560 m nga ajo pike e tutje, ku do shohim se në tërë rrjetin ku kemi furnizim të banorëve kemi presione të mjaftueshme, me çka vërtetohet se zgjedhja e PRV është e saktë.



Grafiku 7 Grafiku i presioneve në një pjesë të zonës së studimit-Skenari 1 [15]

Në këtë pjesë të lagjes shihet se presionet janë të kënaqshme, ku shihet se presioni më i ulët është 3.75 bar në nyjën “J-148”, i cili është presion i kënaqshëm për vendbanimin. Për shkak të zgjedhjes së tubacioneve adekuate shihet se humbjet gjatësore janë kogja të vogla, për shkak të shpejtësive ekonomike. Presioni maksimal ka arritur 6.44 bar në nyjen “J-119”, i cili nuk paraqet problem në praktikën e zgjedhjeve të materialeve dhe funksionimit të rrjetit.

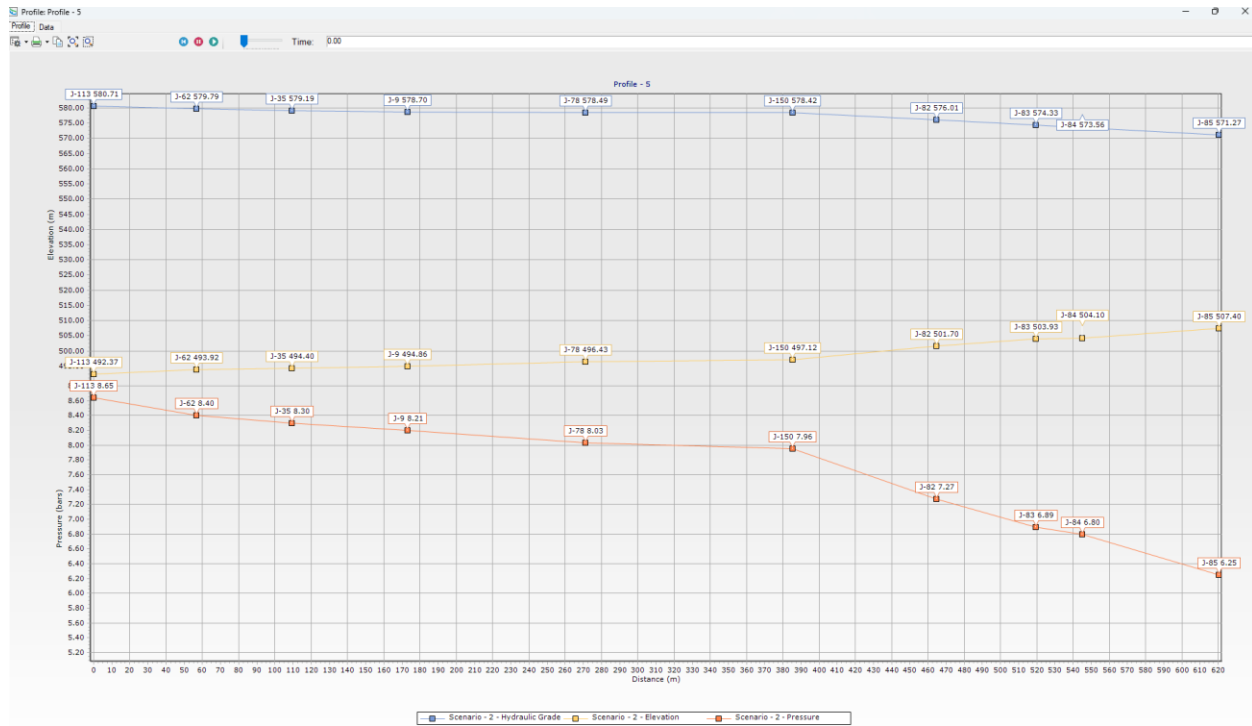
Në rastin e analizës së skenarit 2 do të vërejmë se tani rezervuari që gjendet në verilindje të kalasë së Prizrenit do të ndihmojë dukshëm rezervuarin tjetër dhe presionet do të arrijnë vlera më optimale, e sidomos në nyjet fundore dhe të largëta. Linjat magjistrale nuk do të kenë ndryshime të dukshme, mirëpo brenda lagjes do të dallohet dukshëm.



Grafiku 8 Grafiku i presioneve në një pjesë të zonës së studimit-Skenari 2 [15]

Vërejmë se ky grafik po jep presionet për pjesën e njëjtë si figura 25, mirëpo vërehet rritja e presionit. Presioni minimal nga 3.75 bar në skenarin 1 kalon në 5.57 bar në skenarin 2, kurse ai maksimal nga 6.44 bar kalon në 8.95 bar. Ky fenomen mund të vërehet më së miri në paraqitjen e izobareve të rrjetit.

Gjithashtu në skenarin 2 shihet se në pjesët më të largëta të rrjetit nuk ka asnjë problem në presione të nyjeve, ku kemi analizuar dhe shihet se në linjën më të largët variojnë presionet nga 8.65 bar deri në 6.25 bar në byjen fundore të rrjetit.



Grafiku 9 Grafiku i presioneve në linjën më fundore të lagjes-Skenari 2 [15]

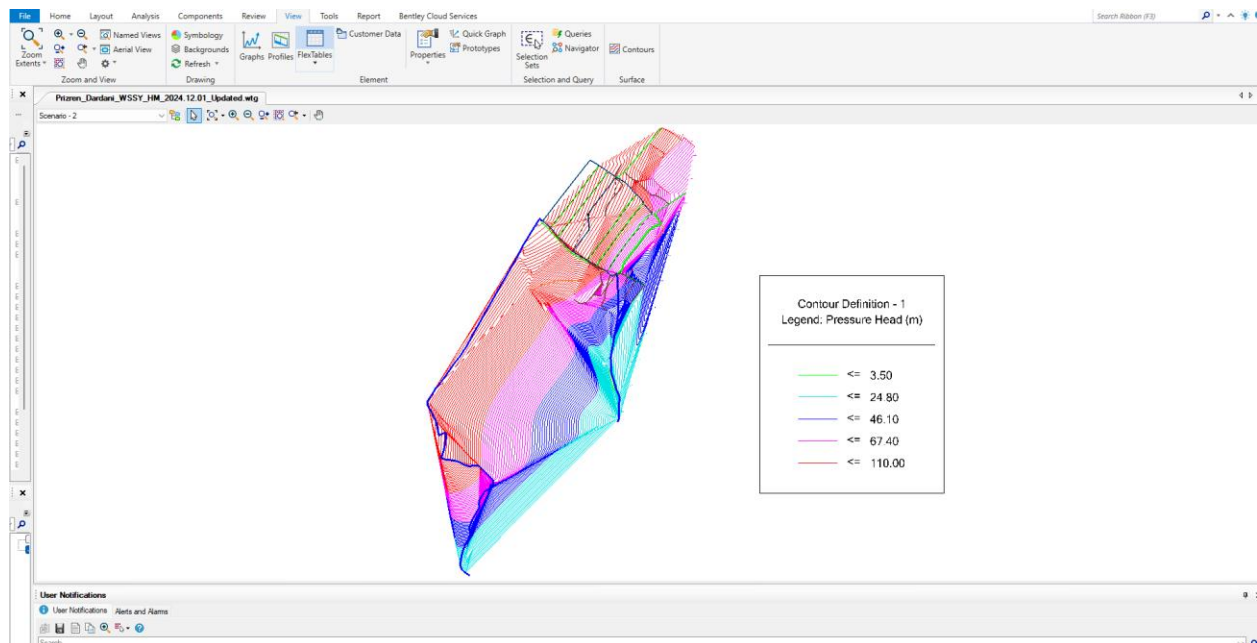


Figura 17 Paraqitja e izobareve në planimetrinë e rrjetit- Skenari 2 [15]

Krahasimi mes figurës 21 dhe figurës 27 na jep qartë ndryshimin e presionit nëpërmjet izobareve, ku shihet se ndryshimi i dukshëm ka ndodhur Brenda lagjes në pjesën e rrjetit unazor, ku edhe në

një pjesë ka ndryshuar kahja e furnizimit. Në pjesët e linjave magjistrale paraqiten ndryshime jo shumë të vogla, ku në linjën që vie nga rezervuari 1 i shohim rënie të vogël të presionit, kurse në atë që vie nga rezervuari 2 shohim një ngritje të presionit krahasuar me skenarin 2.

5.7.1.2. Analiza e rrjedhjes në kohë të zgjatur në kuadër të DDA

Analiza e rrjedhjes në kohë, e njohur si Extended Period Simulation (EPS), përfaqëson një nga metodat më të avancuara të modelimit hidraulik të rrjeteve të ujësjellësit, duke mundësuar simulimin e sjelljes së sistemit gjatë një periudhe të caktuar kohore. Ndryshe nga analiza e rrjedhjes së qëndrueshme (Steady-State), e cila përshkruan një gjendje statike të rrjetit, analiza EPS merr në konsideratë variacionet e kërkesës për ujë, ndryshimet në operimin e sistemit dhe ndikimin e elementeve si rezervuarët dhe pompimet në kohë.

Në kuadër të Demand Driven Analysis (DDA), analiza EPS bazohet në supozimin se kërkesa për ujë në çdo nyje është e njohur dhe plotësohet plotësisht në çdo hap kohor të simulimit. Kjo do të thotë se, edhe pse kërkesa mund të ndryshojë gjatë kohës përmes përdorimit të profileve ditore (demand patterns), ajo konsiderohet gjithmonë e përmbushur nga sistemi, pavarësisht nga niveli i presionit në rrjet. Ky supozim e bën analizën më të thjeshtë nga pikëpamja numerike, por njëkohësisht vendos kufizime në përfaqësimin e kushteve reale, veçanërisht në situatat me presion të ulët.

Analiza EPS në DDA lejon studimin e sjelljes dinamike të rrjetit, duke përfshirë ndryshimet në shpërndarjen e rrjedhës dhe presionit gjatë intervaleve të ndryshme kohore. Në këtë kontekst, modeli ndahet në hapa kohorë të caktuar (time steps), në secilin prej të cilëve kryhet një analizë hidraulike e tipit Steady-State. Rezultatet e çdo hapi përdoren si bazë për hapin pasues, duke krijuar një simulim të vazhdueshëm të funksionimit të sistemit gjatë gjithë periudhës së analizës.

Një aspekt i rëndësishëm i analizës EPS është përfshirja e elementeve që kanë sjellje dinamike, si rezervuarët, të cilët mbushen dhe zbrazen në varësi të balancës ndërmjet furnizimit dhe kërkesës. Kjo ndikon drejtpërdrejt në presionet dhe rrjedhat në rrjet, duke e bërë analizën më realiste dhe më të përshtatshme për vlerësimin e performancës së sistemit në kushte reale operative.

Në kuadër të këtij studimi, analiza EPS në DDA përdoret për të simuluar funksionimin e rrjetit të ujësjellësit në lagjen Dardania në qytetin e Prizren gjatë një cikli ditor, duke marrë parasysh variacionet e konsumit dhe ndikimin e tyre në parametrat hidraulikë. Kjo analizë mundëson identifikimin e periudhave kritike të funksionimit, si dhe vlerësimin e aftësisë së sistemit për të përmbushur kërkesat në kushte të ndryshme.

Në përfundim, analiza e rrjedhjes në kohë në kuadër të DDA përfaqëson një mjet të fuqishëm për studimin e sistemeve të ujësjellësit, duke ofruar një balancë ndërmjet thjeshtësisë së modelimit dhe realizmit të rezultateve. Ajo shërben si një hap i rëndësishëm drejt analizave më të avancuara dhe optimizimit të rrjeteve të furnizimit me ujë.

Në simulimin paraprak kemi marrur rezultatet themelore që na ndihmojnë të vazhdojmë me simulimin EPS, me anë të të cilit do të fokusohemi më gjerësisht në zonat më kritike të rrjetit dhe do t'i kërkojmë ato në periudhat e ditës më të ndjeshme sa i përket kërkesës për ujë, ku reflektohet në parametrat hidraulik.

SIMULIMI I RRJEDHJES NË KOHË – EPS (EXTENDED PERIOD SIMULATION) NË KUADËR TË DDA (DEMAND DRIVEN ANALYSIS)

(ÇFARË ËSHTË EPS NË KUADËR TË DDA?)

EPS (Extended Period Simulation) simulon sjelljen hidraulike të rrjetit gjatë një periudhe kohore (p.sh. 24 orë), duke marrë parasysh ndryshimin e kërkesës për ujë në nyje. Në DDA, kërkesa në çdo nyje plotësohet plotësisht në çdo hap kohor.

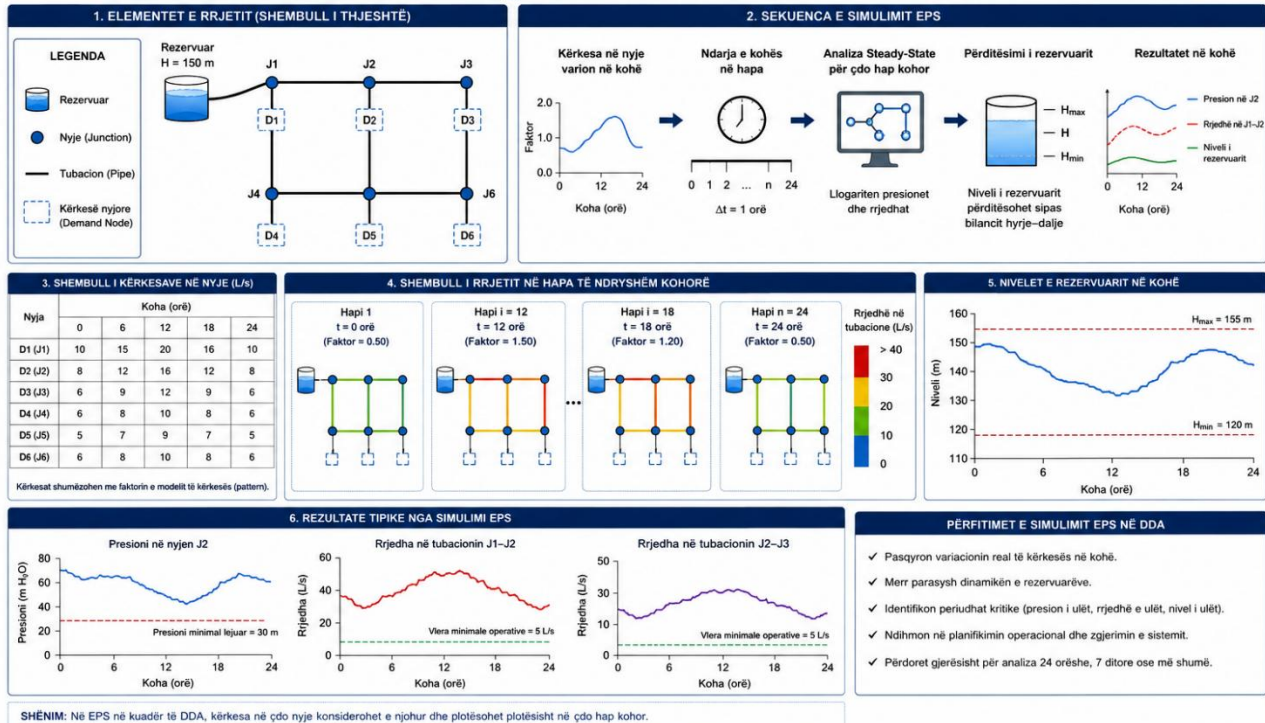


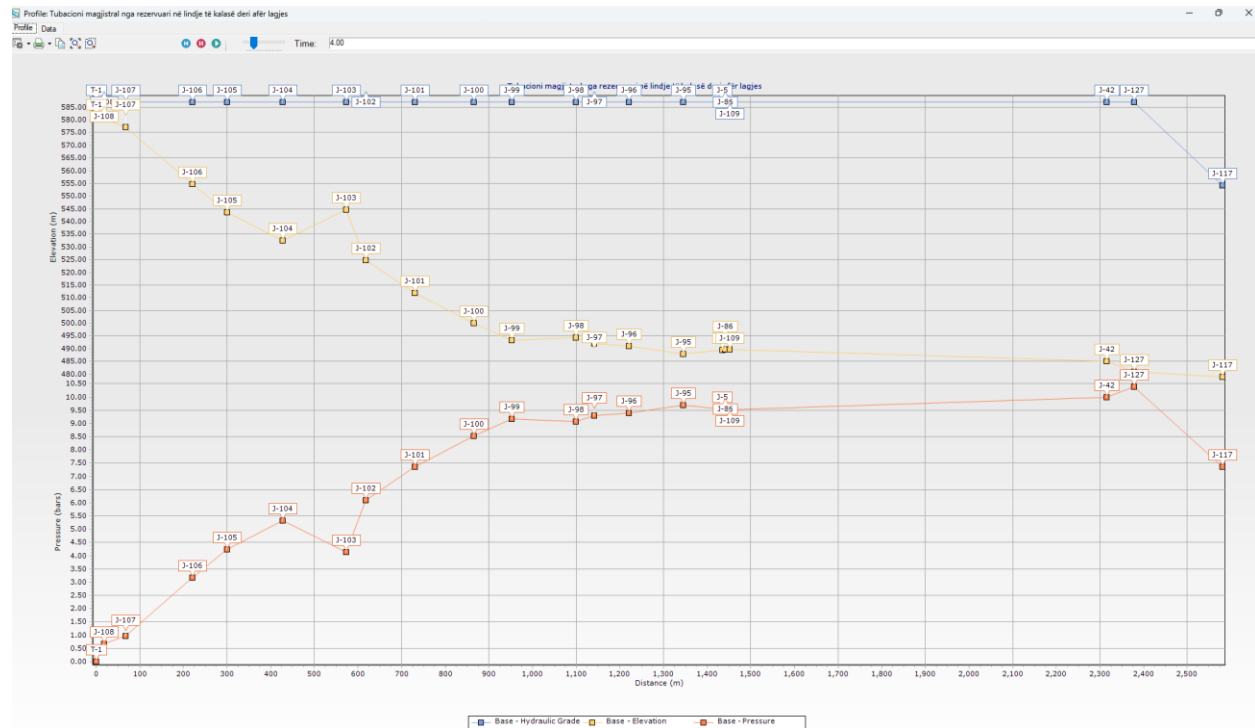
Figura 18 Skema themelore e simulimit EPS në kuadër të DDA [7]

Gjatë analizës së kërkesës dhe ndryshueshmërisë së banorëve, kemi përdorur grafikun e mëposhtëm që na jep koeficientët e ndryshueshmërisë orare të kërkesës për ujë. Varësisht nga dinamika e aktiviteteve të njerëzve është analizuar dhe kanë arritur në përfundim se oraret e mesnatës kanë kërkesës më të ulët, kurse në mëngjes kemi konsum më të madh se në periudhat tjera, ku pas mëngjesit kemi një rënie të konsumit.

Nr.	Brezi orar	Qytete mbi 100 000 banorë
1	0 - 1	0.80
2	1 - 2	0.78
3	2 - 3	0.79
4	3 - 4	0.77
5	4 - 5	0.78
6	5 - 6	0.82
7	6 - 7	0.92
8	7 - 8	1.07
9	8 - 9	1.25
10	9 - 10	1.21
11	10 - 11	1.16
12	11 - 12	1.10
13	12 - 13	1.10
14	13 - 14	1.09
15	14 - 15	1.14
16	15 - 16	1.13
17	16 - 17	1.12
18	17 - 18	1.04
19	18 - 19	1.06
20	19 - 20	1.03
21	20 - 21	1.03
22	21 - 22	1.01
23	22 - 23	0.90
24	23 - 24	0.89

Tabela 10 Ndryshueshmëria orare e kërkesës për ujë për zonën e studimit

Për zonat tona më kritike do të fokusohemi më shumë në intervalet kohore nga ora 3 deri në orën 4, ku kemi konsum minimal dhe presioni në rrjet arrin vlerat maksimale, dhe në anën tjetër kemi intervalin kohor nga ora 8 deri në 9, ku konsum arrin vlerë maksimale dhe presion në atë kohë është në vlera minimale, e sidomos në zonat që u cekën në simulimin SSS, ku duhet të kemi kujdes që rrjeti në pikat me presione të ulëta të mos na bien në presion vakuumetrik ($p_{abs} < p_{atm}$). Rezultatet e simulimit EPS kanë rëndësi shumë të madhe për rrjetin, e sidomos për linjat magjistrale, ku u panë gjatë analizës SSS disa pika kritike.



Grafiku 10 Grafiku i presionit të linjës magjistrale që vie nga rezervuari në verлиндje gjatë simulimit EPS- Skenari 1-konsumi minimal [15]

Grafiku i paraqitur na jep rezultatet e presioneve të linjës magjistrale që vie nga rezervuari i gjendur në verilindje të kalasë së Prizrenit. Shihet se presionet kanë një variacion të vogël krahasuar me ato të analizës SSS. Si pikë kryesore e analizës së rezultateve të simulimit EPS të kësaj linje është presioni në nyjen “J-127”, e cila ishte pike e përmendur në analizën e rezultateve të simulimit SSS. Në simulimin paraprak, presioni në atë pike ishte 10.34 bar, kurse në periudhën kohore me konsum minimal kemi presion prej 10.39 bar. Rritja e presionit nuk është shumë e madhe dhe nuk na jep ndonjë ndryshim të madh që mund të na ndikojë në zgjedhjet e materialeve, Me këto analiza shihet qartë se tubacionet në pjesën ku presioni është mbi 10 bar, zgjedhja më e mirë është përdorimi i tubacioneve me presion nominal 16 bar.

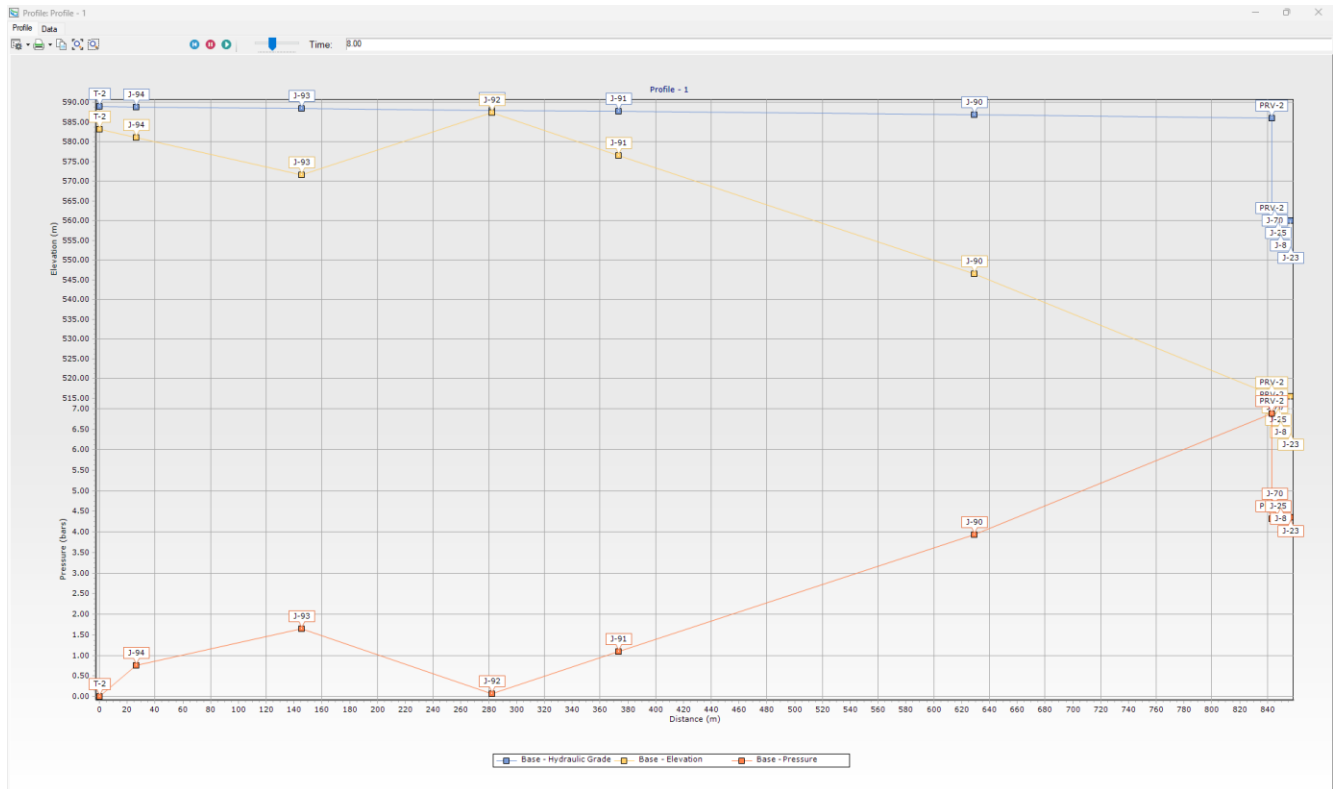
Në anën tjetër, në linjën që vie nga rezervuari tjetër, rezultatet që na ndihmojnë për analizë të mirëfilltë vijnë nga intervali kohor nga ora 8 deri në 9, ku kemi konsum maksimal dhe na afektohet presioni në linjën e furnizimit, e sidomos nyja kritike “J-92”, ku e pamë në analizën SSS kemi presion shumë të ulët. Presioni në kku e pamë në analizën SSS kemi presion shumë të ulët. Presioni

në këtë pike në këtë interval kohor është 0.06 bar. Ky presion paraqet kufirin me presionin vakuumetrik dhe paraqet pikën më të ndjeshme të rrjetit.



Grafiku 11 Ndryshimi i presionit të nyjes "J-92" në intercale kohore-Skenari 1 [15]

Këtu shihet ndryshimi i presionit të nyjes “J-92” gjatë gjithë ditës. Siç e përmendëm edhe më parë, në të gjitha periudhat e ditës kemi presione të ulëta, mirëpo në internalin kohor nga ora 8 deri në 9 kemi presionin minimal, mirëpo si rezultat i kënaqshëm është se edhe në atë interval nuk kemi presion vakuumetrik, i cili do të ndikonte në funksionimin e rregullt të rrjetit. Pëveç kësaj pike, duke u bazuar se në analizën SSS kishin rezultate të kënaqshme, nyjet tjera në rezultatet e EPS nuk na paraqesin probleme në funksionimin e rrjetit.



Grafiku 12 Grafiku i presionit të linjës që vie nga rezervuari në lindje të Kalasë së Prizrenit nga simulimi EPS në kuadër të DDA-Skenari 1- Konsumi maksimal [15]

Ndërsa në nyjet tjera nuk shihet ndonjë pike kritike e vlerave të presionit, ku kryesisht kemi presionin mbi 2 bar, i cili konsiderohet si presion i kënaqshëm për banorët e zonës së studimit. Shihet reduktimi i presionit në pikën ku kemi presionin maksimal, ku është stabilizuar presioni dhe ka siguruar një presion 4,34 bar në dalje pas reduktorit të presionit, me anë të të cilit është arritur presioni optimal në brendi të zonës së studimit.

Kushtet e funksionimit të linjës magjistrale kanë kogja dallim nga kushtet e funksionimit të linjave brenda zonës. Kushti themelor në linjën magjistrale është që uji të rrjedhë nëpër tubacion, me presionin absolut, i cili duhet të jetë pak ma i madh se 1 bar. Kurse në linjat nëpër zonat e studimit kemi kushtet më rigorozet të presionit, pasi aty kemi konsum nga vetë banorët. Varësisht nga standardet teknike, presioni minimal manometrik duhet të jetë 1.5 - 2.0 bar. Për shembull, pika “J-92” me presionet që u prezentuan nuk do të tolerohej brenda zonës së banimit, pasi një pjesë e zonës nuk do të mund të furnizohej me ujë, mirëpo në linjën magjistrale tolerohet për shkak të

arsyeve që u përmendën më lartë. Pas linjave magjistrale do vazhdohet simulimi EPS brenda zonës së studimit.

5.7.2. Analiza e bazuar në presion - Pressure Driven Analysis (PDA)

Në kuadër të analizës së rezultateve të modelimit hidraulik, një nga qasjet më të rëndësishme për vlerësimin realist të performancës së rrjetit të ujësjellësit është analiza e bazuar në presion (Pressure Driven Analysis – PDA). Ndryshe nga qasja tradicionale Demand Driven Analysis (DDA), në të cilën kërkesa për ujë në nyje konsiderohet konstante dhe plotësohet plotësisht pavarësisht kushteve hidraulike, në PDA kërkesa për ujë varet drejtpërdrejt nga presioni në rrjet, duke reflektuar më saktë sjelljen reale të konsumatorëve.

Në këtë analizë, furnizimi real me ujë në çdo nyje përcaktohet si funksion i presionit të disponueshëm, ku për presione nën një prag minimal furnizimi është i pamjaftueshëm ose zero, ndërsa për presione mbi vlerën e kërkuar arrihet furnizim i plotë. Në intervalin ndërmjet këtyre dy vlerave, rrjedha rritet në mënyrë jo-lineare, duke përfaqësuar ndikimin fizik të presionit në procesin e shpërndarjes së ujit.

Në modelin hidraulik të zhvilluar për lagjen Dardania në qytetin e Prizren, analiza PDA është zbatuar për të identifikuar zonat ku sistemi nuk është në gjendje të përmbushë kërkesën e projektuar. Rezultatet tregojnë se në kushte normale operimi, pjesa më e madhe e nyjeve arrin furnizim të plotë, pasi presioni në këto pika është mbi vlerën e kërkuar. Megjithatë, gjatë skenarëve me kërkesë të lartë, si në orët e pikut të konsumit, duhet të kontrollohet nëse ka rënie të presionit në disa pjesë të rrjetit, duke çuar në reduktim të furnizimit real.

Një analizë më e detajuar e rezultateve tregon se zonat më të prekura janë ato që ndodhen në pjesët më të larta të terrenit ose në fund të degëzimeve të rrjetit, ku humbjet e energjisë përgjatë tubacioneve janë më të mëdha. Në këto zona, presioni bie nën vlerën e kërkuar dhe në disa raste afrohet me vlerat minimale, duke rezultuar në furnizim parcial të konsumatorëve. Kjo situatë evidentohet qartë përmes krahasimit ndërmjet kërkesës së parashikuar dhe prurjes reale të furnizuar, ku diferenca ndërmjet këtyre dy parametrave përfaqëson deficitin e ujit në rrjet.

Një aspekt shumë i rëndësishëm i analizës PDA është identifikimi i këtij deficiti, i cili në analizën DDA nuk paraqitet, pasi ajo supozon furnizim të plotë në çdo rast. Përmes PDA është bërë e mundur të përcaktohet jo vetëm nëse rrjeti funksionon apo jo, por edhe në çfarë mase ai përmbush kërkesën në kushte reale operative. Kjo lejon një vlerësim më të saktë të performancës së sistemit dhe ndihmon në identifikimin e prioriteteve për ndërhyrje.

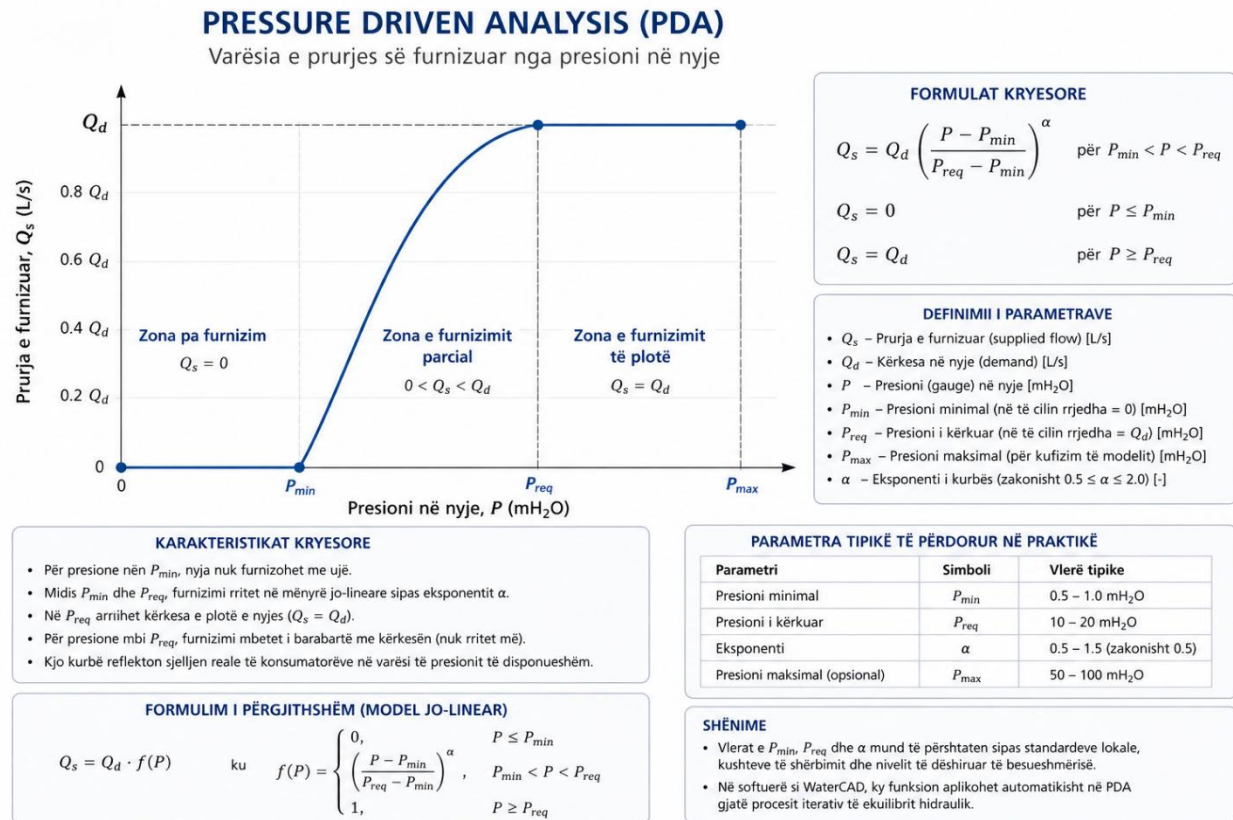
Gjithashtu, analiza ka treguar ekzistencën e një ndërveprimi të drejtpërdrejtë ndërmjet prurjes dhe presionit në rrjet. Në rastet kur presioni bie, prurja në nyje zvogëlohet, duke çuar në reduktim të humbjeve të energjisë në tubacione. Si rezultat, në disa raste vërehet një rritje e lehtë e presionit pas reduktimit të rrjedhës, duke krijuar një mekanizëm feedback-u që trajtohet në mënyrë automatike përmes procesit iterativ të modelimit. Ky mekanizëm është thelbësor për të arritur një gjendje të qëndrueshme të sistemit dhe për të përfaqësuar në mënyrë realiste sjelljen hidraulike të rrjetit.

Një tjetër element i rëndësishëm është analiza e shpërndarjes hapësinore të presioneve dhe prurjeve në rrjet. Përmes hartave tematike dhe rezultateve të modelit është bërë e mundur të identifikohen zonat me presion të ulët dhe furnizim të pamjaftueshëm, të cilat përbëjnë pika kritike të sistemit. Këto zona kërkojnë vëmendje të veçantë në aspektin e përmirësimit të infrastrukturës, si rritja e diametrave të tubacioneve, optimizimi i funksionimit të rrjetit ose rregullimi i kushteve operative.

Në përfundim, analiza e bazuar në presion (PDA) paraqet një mjet të avancuar dhe të domosdoshëm për vlerësimin e performancës reale të rrjeteve të ujësjellësit. Ajo mundëson identifikimin e kufizimeve hidraulike të sistemit, vlerësimin e deficitit të furnizimit dhe analizën e sjelljes së rrjetit në kushte të ndryshme operative. Në krahasim me qasjen DDA, PDA ofron një pasqyrë më reale dhe më të detajuar të funksionimit të sistemit, duke qenë një bazë e fortë për marrjen e vendimeve inxhinierike dhe për përmirësimin e furnizimit me ujë në zonën e studiuar.

Formula kryesore ë përdoret nëcaktimit e prurjes tek konsumatori bazuar në presionin që kemi në nyje, i cili duhet të jetë mes presionit minimal dhe atij optimal është si vijon:

$$Q = Q_{req} \left(\frac{P - P_{min}}{P_{req} - P_{min}} \right)^{\gamma}$$



Grafiku 13 Marrëdhënia ndërmjet presionit dhe prurjes në analizën e bazuar në presion (PDA) [4]

Siç shihet në grafik, marrëdhënia ndërmjet presionit dhe prurjes në analizën PDA ka një grafik që varion bazuar në nivelin e presionit në rrjet. Për presion nga 0 deri në P_{min} , nuk kemi fare furnizim me ujë. Kurse për $P_{min} \leq P \leq P_{req}$, kemi një lakore të varësisë me karakter jo-linear dhe zakonisht përshkruhet nga një funksion fuqie me eksponent rreth 0.5, duke rezultuar në një formë të ngjashme me funksionin rrënjë katrore. Kjo lakore është konkave dhe reflekton ndikimin fizik të presionit në furnizimin real të konsumatorëve. Pikërisht kjo zonë është thelbi i analizës PDA, pasi dy zonat tjera nuk janë material për studim në këtë lloj të analizës, pasi prurja nuk ndryshon varësisht nga presion në rrjet. Për $P > P_{req}$, konsumatori furnizohet me prurje konstante, ashtu siç është paraqitur në grafik dhe siç na jepet nga analiza DDA.

Rezultat që marrim nga PDA na shfaqen shpesh në jetën e përditshme, ndonëse shpesh në analiza të rrjeteve të ujësjellëve nuk përfillen aq. Në rastet kur presioni është i vogël në rrjet, shohim se

rubineti nuk rrjedh ujë me prurje optimale, edhe pse gjatë projektimit prurja si parametër është konsideruar se do të vijë në mënyrë konstante.

5.7.2. Iterimet në analizën e bazuar në presion (PDA)

Në analizën e bazuar në presion (Pressure Driven Analysis – PDA), përcaktimi i prurjeve dhe presioneve në rrjet nuk realizohet në mënyrë direkte, por përmes një procesi iterativ. Ky proces është i domosdoshëm për shkak të natyrës jo-lineare të marrëdhënies ndërmjet presionit dhe prurjes në nyje, ku kërkesa për ujë nuk është fikse, por varet nga presioni i disponueshëm.

Në dallim nga analiza DDA, ku kërkesat janë të njohura dhe të pandryshueshme, në PDA kërkesa reale në çdo nyje ndryshon gjatë procesit të llogaritjes, duke e bërë problemin hidraulik të ndërvarur dhe jo-linear. Për këtë arsye, zgjidhja kërkon një proces të përsëritur (iterativ), në të cilin parametrat hidraulikë përditësohen vazhdimisht deri në arritjen e një gjendjeje të qëndrueshme.

Procesi iterativ në PDA fillon zakonisht me një vlerësim fillestar të kërkesave, i cili shpesh merret nga analiza DDA ose nga një supozim fillestar i rrjedhave në nyje. Në këtë fazë fillestare, rrjeti analizohet për të përcaktuar presionet në çdo nyje dhe rrjedhat në tubacione.

Bazuar në presionet e llogaritura, në hapin vijues përditësohen prurjet reale në nyje duke përdorur funksionin e varësisë prurje–presion. Nëse presioni në një nyje është nën vlerën e kërkuar, atëherë prurja reduktohet në përputhje me formulimin PDA, ndërsa për presione të mjaftueshme kërkesa plotësohet plotësisht.

Ndryshimi i prurjeve në nyje ndikon drejtpërdrejt në shpërndarjen e rrjedhës në të gjithë rrjetin dhe në humbjet e energjisë në tubacione. Si rezultat, presionet në nyje rillogariten në bazë të këtyre kushteve të reja. Ky ndërveprim ndërmjet prurjes dhe presionit krijon një mekanizëm feedback-u, ku çdo ndryshim në një parametër ndikon në parametrin tjetër.

Procesi vazhdon me përsëritje të njëpasnjëshme të llogaritjeve, ku në çdo iterim përditësohen si presionet ashtu edhe prurjet, derisa ndryshimet ndërmjet dy iterimeve të njëpasnjëshme të bëhen shumë të vogla. Ky kusht përkufizohet si kriter konvergjence dhe tregon se sistemi ka arritur një gjendje ekuilibri hidraulik.

Në praktikë, softuerët e modelimit hidraulik si WaterCAD realizojnë këtë proces në mënyrë automatike, duke përdorur algoritme numerike për zgjidhjen e sistemeve jo-lineare të ekuacioneve. Megjithatë, kuptimi i këtij procesi nga ana e inxhinierit është thelbësor për interpretimin e saktë të rezultateve dhe për identifikimin e situatave ku modeli mund të mos konvergojë ose të japë rezultate jo reale.

Në përfundim, procesi iterativ në analizën PDA është një element kyç që mundëson përfshirjen e ndërvarësisë ndërmjet presionit dhe prurjes në modelimin hidraulik. Ky proces siguron një përfaqësim më realist të sjelljes së rrjetit të ujësjellësit në kushte operative të ndryshme, duke e bërë analizën PDA një mjet të fuqishëm për vlerësimin e performancës së sistemit. Le të marrim një shembull numerik për këtë analizë:

Marrim një nyje fundore që furnizohet nga një rezervuar përmes një tubacioni.

Të dhënat:

$$\begin{aligned}H_R &= 30 \text{ m} \\Q_{req} &= 2.0 \text{ L/s} \\P_{min} &= 5 \text{ m} \\P_{req} &= 25 \text{ m} \\\gamma &= 0.5\end{aligned}$$

Humbjet në tubacion i marrim:

$$h_f = kQ^2$$

ku:

$$k = 2$$

Presioni në nyje llogaritet:

$$P = H_R - h_f$$

Ndërsa prurja reale sipas PDA:

$$Q = Q_{req} \left(\frac{P - P_{min}}{P_{req} - P_{min}} \right)^\gamma$$

Iterimi 1

Fillojmë me kërkesën e plotë:

$$Q_0 = 2.0 \text{ L/s}$$

$$h_f = 2(2.0)^2 = 8.0 \text{ m}$$

$$P = 30 - 8 = 22.0 \text{ m}$$

$$Q_1 = 2 \left(\frac{22 - 5}{25 - 5} \right)^{0.5}$$

$$Q_1 = 2(0.922) = 1.84 \text{ L/s}$$

Iterimi 2

$$Q_1 = 1.84 \text{ L/s}$$

$$h_f = 2(1.84)^2 = 6.77 \text{ m}$$

$$P = 30 - 6.77 = 23.23 \text{ m}$$

$$Q_2 = 2 \left(\frac{23.23 - 5}{25 - 5} \right)^{0.5}$$

$$Q_2 = 1.91 \text{ L/s}$$

Iterimi 3

$$Q_2 = 1.91 \text{ L/s}$$

$$h_f = 2(1.91)^2 = 7.30 \text{ m}$$

$$P = 30 - 7.30 = 22.70 \text{ m}$$

$$Q_3 = 2 \left(\frac{22.70 - 5}{25 - 5} \right)^{0.5}$$

$$Q_3 = 1.88 \text{ L/s}$$

Iterimi 4

$$Q_3 = 1.88 \text{ L/s}$$

$$h_f = 2(1.88)^2 = 7.07 \text{ m}$$

$$P = 30 - 7.07 = 22.93 \text{ m}$$

$$Q_4 = 2 \left(\frac{22.93 - 5}{25 - 5} \right)^{0.5}$$

$$Q_4 = 1.89 \text{ L/s}$$

Pas disa iterimeve, sistemi stabilizohet afërsisht në $Q \approx 1.89$ l/s dhe $P \approx 22.9$ m. Kjo tregon se në DDA nyja do të merrte teorikisht 2.0 l/s, ndërsa në PDA, për shkak se presioni është më i vogël se P_{req} , prurja reale e furnizuar është siç e gjetëm në analizën PDA. Deficiti i prurjes është 0.11 l/s. Ky shembull tregon se ulja e prurjes zvogëlon humbjet hidraulike, ndërsa zvogëlimi i humbjeve ndikon në rritje të pjesshme të presionit, derisa sistemi të arrijë ekuilibër.

5.7.2.2. Analiza e rrjetit të lagjes bazuar në PDA

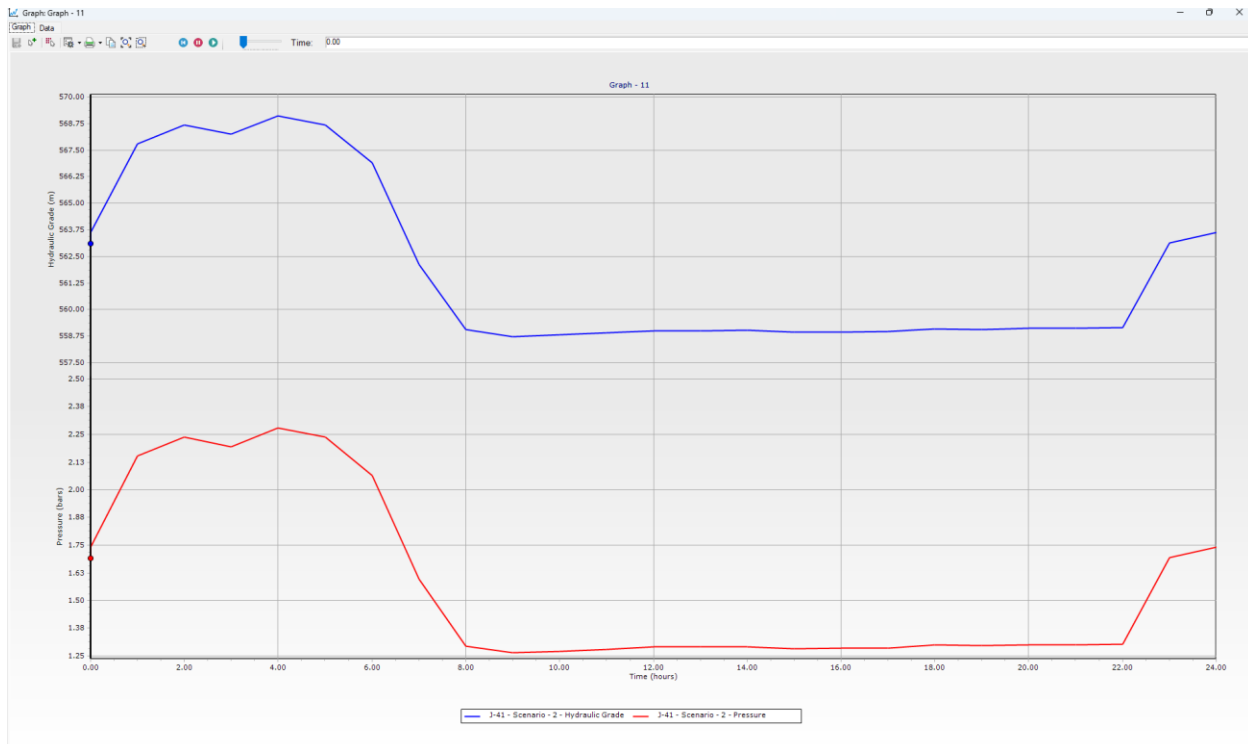
Analiza e rrjetit bazuar në PDA bëhet duke kërkuar pikat me presion më të ulët se ai optimal në intervalin kohor të ditës me konsum maksimal. Edhe në këtë rast duhet të definojmë parametrat kryesorë të analizës, të cilët duhet të vendosen bazuar në llojin e konsumatorëve. Siç shihet edhe në kapitujt e mëparshëm, zona është lagje tipike rezidenciale, që do të thotë se kemi konsum rezidencial.. Parametrat tone që do të duhet t'i përcaktojmë janë P_{min} dhe P_{req} . Bazuar në të dhënat që disponojmë marrim $P_{\text{req}} = 2.0$ bar, kurse për $P_{\text{min}} = 0.0$ bar.

Analiza PDA përdoret për të llogaritur prurjet varësisht nga presioni momental në rrjet, që do të thotë se në nyjet që janë në linjat magjistrale nuk do të kryhet kjo analizë, pasi ato nyje nuk "konsumojnë" ujë. Për këtë arsye duhet të analizojmë pikat që kanë presion mes presionit minimal dhe atij optimal në rrjetin brenda zonës së studimit. Në këtë rast fillimisht po bazohemi në rezultatet e skenarit 1 me presionet e rrjetit në intervalin kohor nga ora 8 deri në orën 9 si konsum maksimal orar. Nga i gjithë rrjeti dallojmë vetëm nyjen "J-41" se kemi presion në mes të intervalit të lartëpërmendur të presioneve. Presioni në këtë pike është $P = 1.26$ bar dhe prurja $Q = 0.89$ l/s. Vërehet se rrjeti nuk ka shumë zona të ndishme, pasi presionit rezultojnë të kënaqshme në pothuajse të gjithë zonën. Një informatë me rëndësi është se analiza e bazuar në PDA bëhet bazuar në prurjet që konsumohen në atë nyjet, pa marrur parasysh prurjet tranzite që kalojnë.



Figura 19 Pozita e nyjes "J-41" në planimetri [17]

Nyja “J-41” shihet se është nyje fundore dhe zakonisht në këto nyje paraqiten presionet më të ulëta, mirëpo në rastin tonë arsyeja e paraqitjes së presionit të ulët nuk është arsyeja pse paraqitet zakonisht në këto nyje. Zakonisht në nyje fundore paraqiten presionet për arsye se uji kalon një pjesë të madhe të rrjetit deri sa të mbërrin në atë nyje, me ç’rast humbjet hidraulike arrijnë vlerë të konsiderushme. Mirëpo në rastin tonë nyja “J-41” është në disancë jo të madhe nga rezervuari, miëpo kuota e nyjës është e madhe dhe disniveleli mes saj dhe rezervuarit është në 39.18 m, shtojkësaj edhe uljes e presionit nga reduktuesi i presionit i vendosur para hyrjes në lagje.

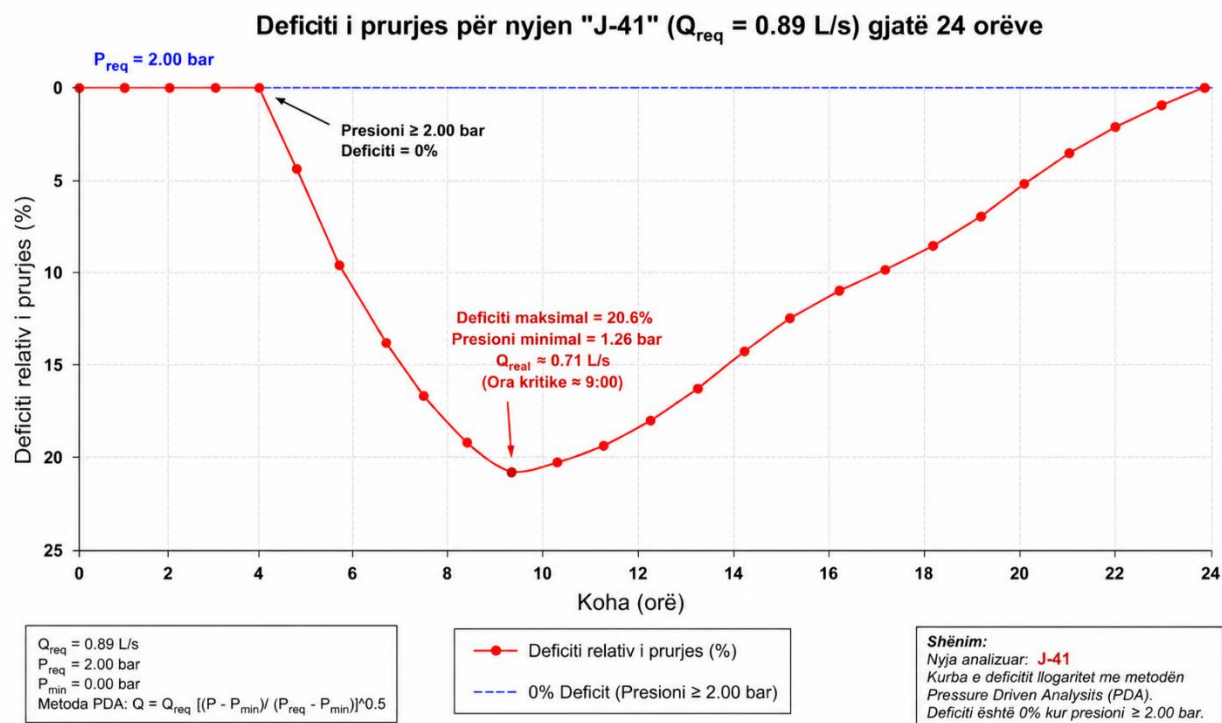


Grafiku 14 Grafiku i ndryshimit orar të presionit të nyjës "J-41"- Skenari 1 [15]

Siç shihet nga grafiku i mësipërm, vlera e presionit përgjatë orëve të një dite pëson luhatje të konsiderueshme. Presioni maksimal arrihet në periudhën minimale të konsumit është $P = 2.28$ bar, kurse presioni minimal është në periudhën me konsum maksimal me vlerë $P = 1.26$ bar. Të gjitha presionet të tjera janë mes këtij intervali ($1.26 \text{ bar} \leq P \leq 2.28 \text{ bar}$). Konkluzioni më i rëndësishëm është se P_{req} arrihet vetëm në disa pjesë të ditës, gjegjësisht nga ora 1 deri në 7, ku konsumi është minimal. Mirëpo nuk paraqet ndonjë problem shumë të madh për funksionalitetin e rrjetit, pasi edhe pse në këtë pikë arrihet një furnizim i kënaqshëm. Kurse nyjet tjera, në çdo periudhë kohore është arritur P_{req} dhe furnizimi bëhet 100 % sipas kërkesës. Bazuar në llogaritjen me iterime që bëhet automatikisht në softuer, ku kemi marrur në llogaritje rezultatet e fituara në periudhën me konsum maksimal, kemi rezultatet përfundimtare $Q_{\text{fund}} = 0.71 \text{ l/s}$ për presionin $P = 1.26$ bar. Në këtë rast, kemi deficit të prurjes $\Delta Q = 0.89 \text{ l/s} - 0.71 \text{ l/s} = 0.18 \text{ l/s}$ ose në përqindje kemi deficitin përafërsisht 20 %.

Siç shihet nga grafiku i mësipërm, vlera e presionit përgjatë orëve të një dite pëson luhatje të konsiderueshme. Presioni maksimal arrihet në periudhën minimale të konsumit është $P = 1.32$ bar, kurse presioni minimal është në periudhën me konsum maksimal me vlerë $P = 1.26$ bar. Të gjitha presionet të tjera janë mes këtij intervali ($1.26 \text{ bar} \leq P \leq 1.32 \text{ bar}$). Konkluzioni më i rëndësishëm

është se P_{req} nuk arrihet në asnjë periudhë kohore të ditës. Mirëpo nuk paraqet ndonjë problem shumë të madh për funksionalitetin e rrjetit, pasi edhe pse në këtë pike arrihet një furnizim i kënaqshëm. Kurse nyjet tjera, në çdo periudhë kohore është arritur P_{req} dhe furnizimi bëhet 100 % sipas kërkesës. Bazuar në llogaritjen me iterime që bëhet automatikisht në softuer, ku kemi marrur në llogaritje rezultatet e fituara në periudhën me konsum maksimal, kemi rezultatet përfundimtare $Q_{fund} = 0.71$ l/s për presionin $P = 1.26$ bar. Në këtë rast, kemi deficit të prurjes $\Delta Q = 0.89$ l/s – 0.71 l/s = 0.18 l/s ose në përqindje kemi deficitin përafërsisht 20 %.



Grafiku 15 Frafiku i deficitit të prurjes gjatë intercvaleve orare në nyjen "J-41"- Skenari 1 [15]

Skenari 2 do të na jepte rezultate të njëjta me skenarin 1, pasi nuk afektohet furnizimi i kësaj nyje varësisht nga skenari.

Skenari, i cili do të krijonte probleme në disa nyje do të ishte nëse rezervuari 1 do të ishte jashtë funksionit. Ky skenar do të quhet skenari 3. Në këtë rast, përveç nyjen "J-41", do të krijoheshin

probleme në disa nyje të largëta, ku presioni do të binte nën zero, ku e shohim se praktikisht këto nyje nuk do të mund të furnizoheshin pa funksionimin e këtij rezervuari.

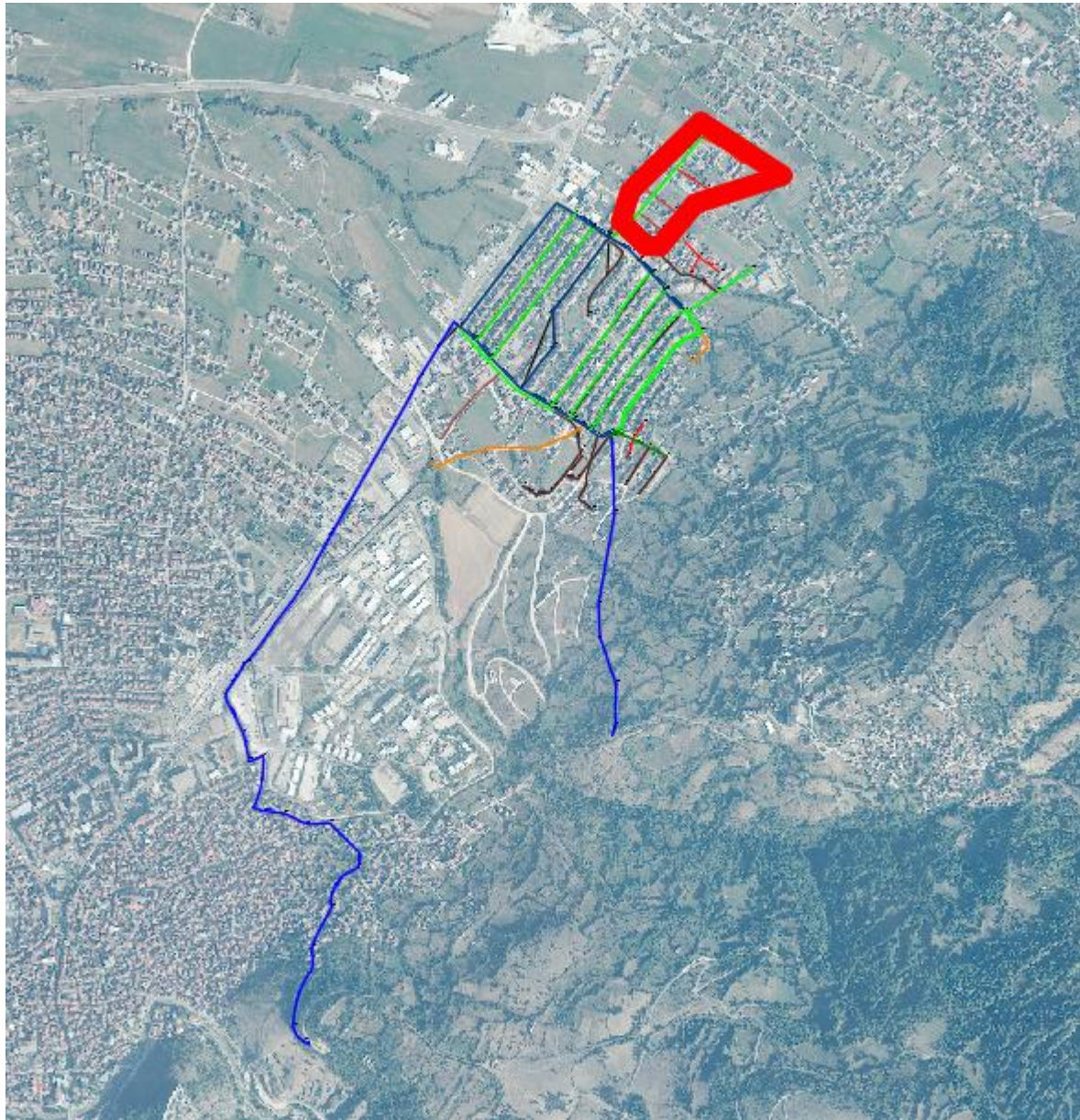


Figura 20 Zona që mbetet pa furnizim me skenarin 3 [17]

Në këtë zonë do të kishin mungesë të furnizimit me ujë për shkak të presionit të ulët nëse analizohet skenari 3. Presionet fillojnë duke rënë dhe softueri në pikën më të largët na jep $P = -2.24$ bar, e cila paraqet praktikisht mungesën e arritjes së ujit deri në atë pike nga rezervuari 1.

6. PËRFUNDIME DHE REKOMANDIME

6.1. Përfundime

Bazuar në analizën e zhvilluar në kapitullin 6 me anë të modelimit dhe simulimit të disa skenarëve, ku kryesisht u ndalëm në skenaret që janë më të zakonshme dhe kritike për parametrat hidraulik të rrjetit, vijmë në disa përfundime të rëndësishme për punën e rrjetit të zonës së studimit. Rrjeti ka një përparësi të madhe se ka furnizim me rënie të lirë, të cilët gjendet në një lartësi të konsiderueshme dhe furnizojnë lagjen. Rrjeti paraqet sistem të kombinuar, i cili kryesisht është unazor, çka i jep një tjetër avantazh rrjetit, pasi që mundësitë e furnizimit janë më të mëdha, ku edhe në rast të avarive nuk afektohet rrjeti në masë të madhe.

Gjatë analizës së skenarëve të lartëcekur kemi marrur rezultate për secilën pjesë, duke caktuar zonat kritike dhe duke analizuar parametrat hidraulik. Në të dy skenarët vërejmë se zonat kritike nuk janë shumë të ndieshme, mirëpo si zona kritike mund të quhet pjesa e fundit e tubacionit magjistrat që vie nga rezervuari në verilindje të Kalasë së Prizrenit, ku kemi presion maksimal, i cili kalon mbi 10 bar, kurse pika “J-41” paraqet nyjen që cilësohet si pike kritike për shkak të presionit të ulët në pothuajse në të gjitha intervalet kohore, përjashtuar një pjesë të intervaleve të skenarit 2. Gjithashtu, si pike kritike cilësohet edhe nyja “J-92”, e cila ka presion të ulët, ku në intervalet me konsum maksimal të skenarit bie deri në 0.06 bar. Mirëpo këto pika pas analizës kemi konstatuar se nuk sjellin problematika shumë serioz në funksionimin normal të rrjetit.

Përparësi e madhe e këtij rrjeti është edhe topografia e tij, ku në pjesën më të madhe të rrjetit shohim se ka disnivel të konsiderueshëm me rezervuarët që furnizojnë, ku më së miri vërehet se pikat më të largëta të rrjetit janë presione shumë të mira për operim, pa marrur parasysh skenarët apo intervalet me konsum maksimal. Kryesisht është kushtuar vëmendje e veçantë presioneve dhe shpejtësive Brenda lagjes, ku shihet se kryesisht nuk është paraqitur ndonjë problem pavarësisht skenarëve të furnizimit, përjashtimisht disa nga pika që u cekën më lart.

Përodrimi i reduktorit të presionit (PRV) gjithashtu i jep balancë të mirë presioneve të rrjetit, ku mospërdorimi i tij do të mund të shkaktonte rritje të presioneve Brenda lagjes, për shkak se prsioni do të rritet diku rreth 3 bar, ku në skenarin 1 do të rritte presionin në disa nyje me presion pak më të ulët, mirëpo do të ishte zgjidhje jo e mirë ekonomike për disa nyje ku veçse kemi presionin në

kufinj të presionit nominal të materialit të zgjedhur, ku në analizën EPS do të fitonim rezultate që do të duhej të ndërronim materialin e zgjedhur, i cili do të ndikonte në koston e projektit.

Rezervuari 1 vërehet se është element kyç në furnizimin e pjesëve më të largëta të rrjetit, ku me mungesën e tij një pjesë e rrjetit do të mbette pa furnizim me ujë. Kjo ndodh pasi edhe rrjeti ishte konceptuar si i tillë bazuar në shtrirjen e tij dhe caktimin e diametrave përkatës të linjave furnizuese.

Kurse mungesa e punës së rezervuarit 2 do të shkaktonte disa probleme në presionin e disa nyjeve me kuotë tereni të madhe që gjenden afër tij, mirëpo rrjeti përsëri do të pësonte nëse kjo mungesë do të vazhdonte për shkak të vëllimit të ujit në rezervuarin 1, i cili do të fillonte të zbrazej.

Si përfundim mund të konstatojmë se në një ditë të zakonshme furnizimi me ujë i banorëve të kësaj zone është i kënaqshëm dhe nuk ka probleme bazuar në parametrat hidraulik që i morëm nga rezultatet nëse të dy rezervuarët punojnë njëkohësisht.

6.2. Rekomandime

Bazuar në analizën dhe simulimet e modelit hidraulik që u ndërtua, ku shtjelluam rezultatet që kemi marrur nga disa skenare më interesante dhe më të vryeshme për analizë, rekomandimet që do të paraqesim në vijim do të synojnë funksionalitetin, ruajtjen dhe përmirësimin e rrjetit të zones së studimit (Lagjia Dardania-Prizren).

Nënkapiulli i kaluar dha një pasqyrë të mire të sjelljes së rrjetit dhe komponentëve të tij gjatë intervaleve orare, tek të cilët u fokusuam më shumë. Linjat magjistrale u analizuam dhe u vërejt se në disa pjesë kemi zona kritike edhe në këto linja. Linja magjistrale që vie nga rezervuari në verilindje has në disa presione të larta, që u vlerësuan si zona kritike. Pas disa simulimeve dhe shtimit të disa elementëve, vijmë në konkludimin se rekomandohet vendosja e valvolës së reduktimit të presionit në pjesën e fundit të linjës magjistrale të rezervuarit të lartëcekur, që u emërua si rezervuari 1. Vendosja e një PRV në atë pjesë përveç se do të ulte presionin në atë linjë, ku do të ulte presionin dukshëm nën presionin nominal të tubacioneve të zgjedhura, ai do të ulte presionin rrjedhimisht edhe në zonën ku furnizohej, mirëpo prapë presioni do të mbetej dukshëm më i lartë se P_{req} . PRV i propozuar do të ishte adekuat nëse do të zbriste presionin 2 bar nën vlerën aktuale. Si zëvendësim i kësaj zgjidhje do rekomandohej që njëpjesë e asaj linje magjistrale të kalohej me gyp me presion nominal PN16 bar.

Si zgjidhje tjetër do të mund të ishte zvogëlimi e dimensioneve të këtij tubacioni magjistrat, ku do të mund të binte presioni ndjeshëm dhe mund të shmangte përdorimin e valvolës së reduktimit të presionit (PRV). Kjo zgjidhje do të paraqiste zgjidhje teknike dhe ekonomike të përshtatshme.

Për rastin e nyjes “J-92”, e cila është pjesë e linjës që vie nga rezervuari 2 kemi një rast tjetër, ku zgjidhja e ndryshimit të dimensionimit të tubacioneve nuk do të kishte efekt të madh, për shkak të distancës së shkurtër të kësaj nyje nga rezervuari, i cili krijon presionin. Si zgjidhje e këtij problem do të ishte ndryshimi i trasesë së tubacionit në ndonjë pjesë me teren më të ulët, pasi shihet se më poshtë presioni rritet, mirëpo kjo pike mbetet kritike për shkak të kuotës së lartë të terrenit.

Problemi tjetër që u shtrua në nënkapitullin e mëparshëm është mungesa e furnizimit me ujë të pjesëve të largëta në mungesë të punës së rezervuarit 1. Zgjidhja e këtij problem do të mund të gjendej përmes rezervuarit 2, ku do të duhej të eliminohej valvola e reduktimit të presionit dhe përkohësisht do të mund të furnizonte pa problem atë zone. Duhet të kemi parasysh se pusetat shtëpiake duhet të kenë të instaluar reduktorët e presionit për shkak të presionit hyrës më të lartë në disa zona. Si zgjidhje tjetër do të ishte instalimi i një tubacioni magjistrat shtesë nga nyja PRV deri në pjesën e largët, në të cilën nuk do të kyçeshin pjesët tjera më të afërta.

Për nyjen “J-41”, e cila gjatë analizës PDA pamë se furnizimi mund të jetë në disa intervale kohore me konsum maksimal kemi luhatje të prurjes për shkak të rënies së presionit. Si zgjidhje efektive për këtë nyje do të ishte lidhja e kësaj pjese me tubacionin magjistrat që do të destinohej për arritjen e presionit optimal në zonat e largëta të rrjetit, në mënyrë që most e kemi luhatje të presionit në atë nyje pavarësisht intervaleve orare gjatë ditës.

REFERENCAT

- [1] P. Novak, V. Guinot, A. Jeffrey dhe D. E. Reeve, *Hydraulic Modelling – An Introduction: Principles, Methods and Applications*, Spon Press, London, 2010.
- [2] P. K. Swamee dhe A. K. Sharma, *Design of Water Supply Pipe Networks*, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 2008.
- [3] Bentley Systems, *Water Distribution Design and Modeling Fundamentals – WaterCAD & WaterGEMS CONNECT Edition*, Bentley Institute Press, 2017.
- [4] Haestad Methods Inc., *Advanced Water Distribution Modeling and Management*, Bentley Institute Press, Waterbury, Connecticut, 2003.
- [5] L. A. Rossman, *EPANET 2 Users Manual*, United States Environmental Protection Agency (EPA), Cincinnati, Ohio, 2000.
- [6] American Water Works Association (AWWA), *Computer Modeling of Water Distribution Systems (Manual M32)*, Denver, Colorado, 2012.
- [7] T. Walski, D. Chase, D. Savic, W. Grayman, S. Beckwith dhe E. Koelle, *Advanced Water Distribution Modeling and Management*, Bentley Institute Press, 2003.
- [8] D. A. Chin, *Water-Resources Engineering*, 3rd Edition, Pearson Education, 2014.
- [9] E. Todini, “A More Realistic Approach to the ‘Extended Period Simulation’ of Water Distribution Networks,” në *Advances in Water Supply Management*, Swets & Zeitlinger, London, 2003.
- [10] N. Novitsky dhe E. Mikhailovsky, “Generalization of Methods for Calculating Steady-State Flow Distribution in Pipeline Networks for Non-Conventional Flow Models,” *Mathematics*, vol. 9, no. 796, 2021.
- [11] S. Gjelepi dhe L. Osmanaj, *Mekanika e Fluideve*, Tiranë, Shqipëri, 2024.
- [12] L. F. Moody, “Friction Factors for Pipe Flow,” *Transactions of the ASME*, vol. 66, no. 8, pp. 671–684, 1944.
- [13] International Water Association (IWA), *Performance Indicators for Water Supply Services*, Manual of Best Practice, London, UK, 2000.

- [14] Technische Universität Dresden, *Water Distribution Systems – Pressure Zones*, Dresden, Germany, 2016.
- [15] Bentley Systems, *WaterCAD & WaterGEMS CONNECT Edition – Water Distribution Modeling Fundamentals*, Bentley Institute Press, 2024.
- [16] U.S. Environmental Protection Agency (EPA), *EPANET 2 User Manual*, Cincinnati, Ohio, USA, 2000.
- [17] KRU “Hidroregjioni Jugor”, *Dokumentacion teknik i rrjetit të ujësjellësit për lagjen Dardania në Prizren*, Prizren, Kosovë, 2024