



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. 174812

Prishtinë 20 / 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.	664/1	Date	18.03.2026
Komisioni vlerësues sipas vendimit të këshillit	Prof. Dr. Laura Kusari			Kryetar
	Prof. Asoc. Dr. Lavdim Osmanaj			Mentor
	Prof. Dr. Figene Ahmedi			Anëtar
Emri i projekt propozimit i miratuar sipas vendimit të këshillit të FIN.	Analiza hidraulike e kapërderdhësit dhe projektimi ideor për rrymëshpejtuesit me basenin qetësues dhe prapun fundor për Digën e Radoniqit			
Vlerësimi i dorëshkrimit	Të punimit të diplomës për kandidaten Saranda Vezvesja, 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. 664/1 të datës 18.03.2026, lidhur me punimin e diplomës me titull: "Analiza hidraulike e kapërderdhësit dhe projektimi ideor për rrymëshpejtuesit me basenin qetësues dhe prapun fundor për Digën e Radoniqit" të kandidates Saranda Vezvesja, pas vlerësimit të dorëshkrimit, në përbërje: 1. Prof. Dr. Laura Kusari - kryetar 2. Prof. Asoc. Dr. Lavdim Osmanaj - mentor 3. Prof. Dr. Figena Ahmedi - anëtar Këshillit të Fakultetit të Inxhinierisë së Ndërtimit në Prishtinë ia paraqet këtë: RAPORT I. Analiza e punimit: Punimi master me titull "Analiza hidraulike e kapërderdhësit dhe projektimi ideor për rrymëshpejtuesit me basenin qetësues dhe prapun fundor për Digën e Radoniqit" i kandidates Saranda Vezvesja, drejtimi Hidroteknikë, përmban 118 faqe të shkruara, duke përfshirë figurat, tabelat, analizat hidrologjike, analizat hidraulike, dimensionimin e elementeve të sistemit shkarkues, konkluzionet, rekomandimet dhe bibliografinë. Dorëshkrimi trajton një temë të rëndësishme të inxhinierisë hidroteknike, sigurinë hidraulike të Digës së Radoniqit dhe funksionimin e sistemit të shkarkimit gjatë ngjarjeve ekstreme hidrologjike. Në pjesën teorike, punimi paraqet bazën profesionale për kapërderdhësit, rrymëshpejtuesit, basenet qetësuese, prapjet fundore dhe metodat e reduktimit të energjisë së rrjedhës. Kandidatja trajton rolin e këtyre elementeve në mbrojtjen e digave nga tejmbushja, erozioni dhe dëmtimet hidraulike, duke e lidhur analizën teorike me rastin konkret të Digës së Radoniqit. Përzgjedhja e kapërderdhësit anësor është arsyetuar në raport me kushtet topografike, funksionimin jashtë trupit të digës dhe nevojën për shkarkim të kontrolluar të prurjeve të mëdha.			



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 ____/____/____

Në pjesën hidrologjike, punimi analizon pellgun ujëmbledhës të rezervuarit të Radoniqit, burimet hyrëse të akumulacionit dhe ndikimin e kanalit furnizues nga lumi Bistrica e Deçanit. Janë trajtuar të dhënat hidrologjike, stacionet matëse, kurbat intensitet-kohëzgjatje-frekuençë, modeli reshje-rrjedhje sipas metodës SCS-CN, si dhe analiza statistikore e prurjeve ekstreme. Si prurje projektuese për dimensionimin e sistemit është përvetësuar vlera $Q = 143.73 \text{ m}^3/\text{s}$, e rrumbullakosur në $144.0 \text{ m}^3/\text{s}$, ndërsa për verifikim të sigurisë është analizuar edhe skenari i Përmbytjes Maksimale të Mundshme.

Në aspektin e modelimit, punimi përdor modelin HEC-HMS për simulimin e funksionimit të rezervuarit dhe të kapërderdhësit gjatë kalimit të valës së përmbytjes. Analiza e routing-ut hidrologjik tregon efektin amortizues të rezervuarit, ndryshimin e vëllimit të akumuluar dhe raportin ndërmjet prurjeve hyrëse dhe dalëse. Kjo qasje i jep punimit vlerë praktike, sepse nuk e trajton kapërderdhësin vetëm si element të izoluar, por si pjesë të sistemit rezervuar-kapërderdhës-rrjedhë e poshtme.

Në pjesën hidraulike, dorëshkrimi vlerëson kapacitetin ekzistues të kapërderdhësit dhe tregon se gjerësia ekzistuese prej rreth 5.05 m nuk është e mjaftueshme për përballimin e sigurt të prurjeve ekstreme të analizuara. Për këtë arsye janë shqyrtuar alternativa të zgjerimit të kapërderdhësit, me theks në gjerësitë 10 m dhe 15 m. Për secilën alternativë janë analizuar koka mbi kreshtë, kapaciteti shkarkues, profili praktik i tipit ogee sipas rekomandimeve USBR, kanali shkarkues, rrymëshpejtuesi dhe baseni qetësues.

Rezultatet e punimit tregojnë se Alternativa 2, me gjerësi të kapërderdhësit $B = 15.0 \text{ m}$, jep kushte më të favorshme hidraulike sesa alternativa me gjerësi 10 m. Për këtë alternativë koka mbi kreshtë zvogëlohet, kapaciteti shkarkues arrin rreth $146 \text{ m}^3/\text{s}$ dhe krijohen kushte më të mira për funksionimin e kanalit shkarkues dhe të basenit qetësues. Për rrjedhën me numër Froude më të madh se 4.5 dhe shpejtësi mbi 18 m/s është përzgjedhur baseni qetësues i tipit II, me dimensione të përcaktuara sipas metodologjisë së USBR.

II. Vlerësimi i kontributit:

Kontributi kryesor i punimit qëndron në integrimin e analizës hidrologjike, simulimit të rezervuarit dhe dimensionimit hidraulik të elementeve të sistemit shkarkues të Digës së Radoniqit. Punimi ofron një bazë të qartë për vlerësimin e kapacitetit ekzistues të kapërderdhësit dhe për arsyetimin e nevojës së zgjerimit të tij. Kjo është me rëndësi të veçantë për sigurinë e digës, mbrojtjen e zonës së poshtme dhe menaxhimin afatgjatë të infrastrukturës hidroteknike.

Punimi ka edhe vlerë praktike, sepse rezultatet e tij mund të shërbejnë si bazë orientuese për studime të mëtejshme projektuese, për verifikime të detajuara hidraulike dhe për planifikimin e ndërhyrjeve në sistemin ekzistues të shkarkimit. Dorëshkrimi demonstroi përdorim të metodave bashkëkohore hidrologjike dhe hidraulike, si SCS-CN, HEC-HMS, analiza statistikore e prurjeve ekstreme, metodologjia USBR për kapërderdhësit me profil praktik dhe dimensionimi i baseneve qetësuese.

III. Vërejtje dhe rekomandime:

Komisioni vlerëson se punimi është i pranueshëm për mbrojtje publike. Për përdorim të mëtejshëm profesional rekomandohet që në fazat pasuese të realizohet verifikim i detajuar topografik dhe gjeoteknik i lokacionit të



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 ____/____/____

zgjerimit, analizë më e plotë konstruktive e elementeve prej betoni të armuar, si dhe kontroll i modelit me të dhëna të përditësuara hidrologjike dhe operacionale. Këto rekomandime nuk e zvogëlojnë vlerën akademike të punimit, por tregojnë drejtimet e nevojshme për kalimin nga zgjidhja ideore drejt projektimit të detajuar.

IV. Përfundim:

Pas shqyrtimit të dorëshkrimit, komisioni konstaton se punimi është strukturuar në mënyrë të rregullt, trajton një problem të rëndësishëm të inxhinierisë hidroteknike, përdor metoda të përshtatshme analitike dhe jep rezultate të qarta për vlerësimin dhe dimensionimin e sistemit shkarkues të Digës së Radoniqit. Punimi i plotëson kërkesat akademike dhe profesionale për punim diplome në nivelin master.

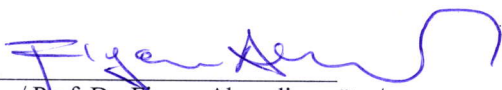
Duke u bazuar në përmbajtjen, metodologjinë, rezultatet dhe përfundimet e paraqitura, komisioni propozon që punimi i diplomës master i kandidatës Saranda Vezvesja të pranohet dhe kandidatja të lejohet të paraqitet në mbrojtje publike para komisionit vlerësues.

Data e hartimit/nënshkrimit të raportit 25 qershor 2026

Komisioni Vlerësues:

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

2. 
/ Prof. Assoc. Dr. Lavdim Osmanaj - mentor/

3. 
/ Prof. Dr. Figene Ahmedi - anëtar/

P.S. Sipas rregullore 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 më: 22.06.2026			
Nj. org.	Numër	Shtojca	Vlera
06	1683/1	—	—

ABSTRACT

This study presents the hydrological and hydraulic analysis of the spillway system of Radoniqi Dam, with the objective of evaluating and designing a side-channel spillway capable of safely conveying flood flows and ensuring dam safety during extreme hydrological events.

The theoretical part of the study addresses the main characteristics of spillways, their classification, design criteria, and the principal components of spillway systems. Furthermore, the role of spillways in protecting dams against overtopping and in controlling high flood discharges is examined.

The practical part is based on the case study of Radoniqi Dam. The hydrological characteristics of the catchment area, the topographic conditions of the site, and the factors influencing peak flow generation were analyzed. The SCS-CN method was applied to estimate surface runoff, while hydrological data and statistical analyses were used to determine the design flood discharge. Based on the conducted analyses, a design discharge of $144.0 \text{ m}^3/\text{s}$ was adopted for the hydraulic design of the spillway system.

As part of the design process, several spillway width alternatives were evaluated, and hydraulic sizing was carried out for the main components of the system, including the ogee spillway crest, discharge channel, chute, stilling basin for energy reduction, and drainage system. Hydraulic verification was performed for each component to assess its performance under the design flood conditions.

The results indicate that the proposed solution satisfies the hydraulic design criteria and dam safety requirements for Radoniqi Dam. The designed spillway system provides controlled conveyance of extreme flood flows, maintains the required freeboard, and protects the dam structure against overtopping and erosion.

UNIVERSITETI I PRISHTINËS "HASAN PRISHTINA"
 FAKULTETI I INZHINIERISË SË NDËRTHËNIT
 PRISHTINË

Pranuar më: 22.06.2016			
Nj. org.	Numër	Shtojca	Vlera
OG	1683/1	—	—

ABSTRAKTI

Ky punim trajton analizën hidrologjike dhe hidraulike të sistemit shkarkues të Digës së Radoniqit me qëllim të vlerësimit dhe dimensionimit të një kapërderdhësi anësor për shkarkimin e sigurt të prurjeve vërshuese dhe garantimin e sigurisë së digës gjatë ngjarjeve ekstreme hidrologjike.

Në pjesën teorike janë trajtuar karakteristikat kryesore të kapërderdhësve, klasifikimi i tyre, kriteret e projektimit dhe elementet përbërëse të sistemeve shkarkuese. Gjithashtu është analizuar roli i kapërderdhësve në mbrojtjen e digave nga tejmbushja dhe në kontrollin e prurjeve të mëdha.

Pjesa praktike bazohet në rastin studimor të Digës së Radoniqit. Janë analizuar karakteristikat hidrologjike të pellgut ujëmbledhës, kushtet topografike të lokacionit dhe faktorët që ndikojnë në formimin e prurjeve maksimale. Për vlerësimin e rrjedhjes sipërfaqësore është përdorur metoda SCS-CN, ndërsa për përcaktimin e prurjeve projektuese janë shfrytëzuar të dhënat hidrologjike dhe analizat statistikore përkatëse. Nga analizat e kryera është përvetësuar prurja projektuese prej $144.0 \text{ m}^3/\text{s}$ për dimensionimin e sistemit shkarkues.

Në kuadër të projektimit janë analizuar alternativa të ndryshme të gjerësisë së kapërderdhësit dhe është kryer dimensionimi hidraulik i elementeve kryesore të sistemit, përfshirë kapërderdhësin me profil praktik (ogee), kanalin shkarkues, rrymëshpejtuesin, basenin qetësues për reduktimin e energjisë dhe sistemin e drenazhimit. Për secilin element janë kryer verifikimet hidraulike dhe është vlerësuar funksionimi i tyre gjatë kalimit të prurjes projektuese.

Rezultatet tregojnë se zgjidhja e propozuar përmbush kriteret hidraulike dhe kërkesat e sigurisë për Digën e Radoniqit, duke siguruar shkarkimin e kontrolluar të prurjeve ekstreme, ruajtjen e lartësisë rezervë të nevojshme dhe mbrojtjen e strukturës së digës nga tejmbushja dhe erozioni.

**UNIVERSITETI I PRISHTINËS
FAKULTETI I NDËRTIMTARISË
PROGRAMI STUDIMOR: HIDROTEKNIKË**



TEMA E DIPLOMËS - MASTER

**“ANALIZA HIDRAULIKE KAPËRDERDHËSIT DHE PROJEKTIMI
IDEOR PËR RRYMËSHPEJTUESIT ME BASENIN QETËSUES DHE
PRAGUN FUNDOR PËR DIGEN E RADONIQIT”**

Mentor:
Prof.Asoc.Dr. Lavdim OSMANAJ

Kandidatja:
BSc. Saranda Vezsesja

Prishtinë, Qershor 2026

UNIVERSITY OF PRISTINA
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
DEPARTMENT OF HYDROTECHNICS



THESIS OF THE MASTER'S DIPLOMA

**"Hydraulic Analysis of the Spillway and Conceptual Design of the Chute,
Stilling Basin, and Terminal Sill for the Radoniqi Dam"**

Mentor:

Prof. Asoc. Dr.Lavdim OSMANAJ

Candidate:

Bsc.Saranda VEVZVESJA

Prishtina, June 2026

**ANALIZA HIDRAULIKE KAPËRDERDHËSIT DHE PROJEKTIMI
IDEOR PËR RRYMËSHPEJTUESIT ME BASENIN QETËSUES
DHE PRAGUN FUNDOR PËR DIGEN E RADONIQIT**

nga

Bsc.Saranda VEVZVESJA

Punim diplome në nivelin master në përmbushje të kërkesave për gradën

Master i Shkencave Teknike

Universiteti i Prishtinës “Hasan Prishtina”

Fakulteti i Inxhinierisë së Ndërtimit

Prishtinë

2026

Aprovuar nga:

Prof. Asoc. Dr. Lavdim Osmanj

Mentor

Prof. Dr. Laura Kusari

Kryetar

Prof. Dr. Figena Ahmedi

Anëtar

ABSTRAKTI

Ky punim trajton analizën hidrologjike dhe hidraulike të sistemit shkarkues të Digës së Radoniqit me qëllim të vlerësimit dhe dimensionimit të një kapërderdhësi anësor për shkarkimin e sigurt të prurjeve vërshuese dhe garantimin e sigurisë së digës gjatë ngjarjeve ekstreme hidrologjike.

Në pjesën teorike janë trajtuar karakteristikat kryesore të kapërderdhësve, klasifikimi i tyre, kriteret e projektimit dhe elementet përbërëse të sistemeve shkarkuese. Gjithashtu është analizuar roli i kapërderdhësve në mbrojtjen e digave nga tejmbushja dhe në kontrollin e prurjeve të mëdha.

Pjesa praktike bazohet në rastin studimor të Digës së Radoniqit. Janë analizuar karakteristikat hidrologjike të pellgut ujëmbledhës, kushtet topografike të lokacionit dhe faktorët që ndikojnë në formimin e prurjeve maksimale. Për vlerësimin e rrjedhjes sipërfaqësore është përdorur metoda SCS-CN, ndërsa për përcaktimin e prurjeve projektuese janë shfrytëzuar të dhënat hidrologjike dhe analizat statistikore përkatëse. Nga analizat e kryera është përvetësuar prurja projektuese prej $144.0 \text{ m}^3/\text{s}$ për dimensionimin e sistemit shkarkues.

Në kuadër të projektimit janë analizuar alternativa të ndryshme të gjerësisë së kapërderdhësit dhe është kryer dimensionimi hidraulik i elementeve kryesore të sistemit, përfshirë kapërderdhësin me profil praktik (ogee), kanalin shkarkues, rrymëshpejtuesin, basenin qetësues për reduktimin e energjisë dhe sistemin e drenazhimit. Për secilin element janë kryer verifikimet hidraulike dhe është vlerësuar funksionimi i tyre gjatë kalimit të prurjes projektuese.

Rezultatet tregojnë se zgjidhja e propozuar përmbush kriteret hidraulike dhe kërkesat e sigurisë për Digën e Radoniqit, duke siguruar shkarkimin e kontrolluar të prurjeve ekstreme, ruajtjen e lartësisë rezervë të nevojshme dhe mbrojtjen e strukturës së digës nga tejmbushja dhe erozioni.

ABSTRACT

This study presents the hydrological and hydraulic analysis of the spillway system of Radoniqi Dam, with the objective of evaluating and designing a side-channel spillway capable of safely conveying flood flows and ensuring dam safety during extreme hydrological events.

The theoretical part of the study addresses the main characteristics of spillways, their classification, design criteria, and the principal components of spillway systems. Furthermore, the role of spillways in protecting dams against overtopping and in controlling high flood discharges is examined.

The practical part is based on the case study of Radoniqi Dam. The hydrological characteristics of the catchment area, the topographic conditions of the site, and the factors influencing peak flow generation were analyzed. The SCS-CN method was applied to estimate surface runoff, while hydrological data and statistical analyses were used to determine the design flood discharge. Based on the conducted analyses, a design discharge of $144.0 \text{ m}^3/\text{s}$ was adopted for the hydraulic design of the spillway system.

As part of the design process, several spillway width alternatives were evaluated, and hydraulic sizing was carried out for the main components of the system, including the ogee spillway crest, discharge channel, chute, stilling basin for energy reduction, and drainage system. Hydraulic verification was performed for each component to assess its performance under the design flood conditions.

The results indicate that the proposed solution satisfies the hydraulic design criteria and dam safety requirements for Radoniqi Dam. The designed spillway system provides controlled conveyance of extreme flood flows, maintains the required freeboard, and protects the dam structure against overtopping and erosion.

FALENDERIMET

PËRMBAJTJA

HYRJE

KAPITULLI I

1.1 Sistemet shkarkuese të digave dhe disipimi i energjisë së rrjedhës

1.2 Qëllimi i punimit

1.3 Objektivat e punimit

1.4 Përmbajtja e punimit

KAPITULLI II

KARAKTERISTIKAT TEKNIKE TË DIGËS SË RADONIQIT DHE TË SISTEMIT EKZISTUES TË SHKARKIMIT

2.1 Pozita gjeografike dhe karakteristikat e pellgut ujëmbledhës

2.2 Karakteristikat teknike të Digës së Radoniqit

2.3 Burimet hyrëse të akumulacionit

2.4 Sistemi ekzistues i shkarkimit

2.5 Karakteristikat e kanalit shkarkue

KAPITULLI III

BAZAT TEORIKE TË KAPËRDERDHËSVE DHE SISTEMEVE PËR REDUKTIMIN E ENERGJISË

3.1 Njohuri të përgjithshme mbi kapërderdhësit dhe rëndësia e tyre

3.2 Klasifikimi i kapërderdhësve

3.2.1 Kapërderdhësit në trupin e digës

3.2.2 Kapërderdhësit jashtë trupit të digës

3.2.3 Kapërderdhësit bregorë

3.2.4 Kapërderdhësit anësor

3.3 Zhvillimi dhe përdorimi i kapërderdhësve anësor

3.3.1 Vendosja dhe përzgjedhja e tipit të kapërderdhësit

3.4 Bazamenti dhe trajtimi i themeleve të kapërderdhësit

3.4.1 Bazamentet në material dheror

3.4.2 Bazamentet shkëmbore

3.4.3 Trajtimi i çarjeve dhe diskontinuiteteve

3.4.4. Pllaka e themeleve dhe elementet konstruktive të kapërderdhësit

3.5 Rrymëshpejtuesit

3.5.1 Roli dhe funksioni i rrymëshpejtuesit

3.5.2 Elementet përbërëse të rrymëshpejtuesit

3.5.3 Kriteret hidraulike të projektimit të rrymëshpejtuesit

3.6 Basenet qetësuese

3.6.1 Roli dhe funksioni i baseneve qetësuese

3.6.2 Kërcimi hidraulik

3.6.3 Llojet e baseneve qetësuese

3.6.4 Kriteret e projektimit të basenit qetësues

3.7 Pragu fundor

3.7.1 Roli dhe funksioni i pragut fundor

3.7.2 Funksionet kryesore të pragut fundor

3.7.3 Kriteret e dimensionimit të pragut fundor

3.8 Reduktimi i energjisë së rrjedhës

3.8.1 Rëndësia e reduktimit të energjisë

3.8.2 Energjia e rrjedhës

3.8.3 Metodat e reduktimit të energjisë

3.8.4 Erozioni nga kavitacioni dhe ndikimi i tij në strukturat hidraulike

3.8.5 Mbrojtja nga erozioni

KAPITULLI IV

ANALIZA HIDROLOGJIKE DHE PËRCAKTIMI I PRURJES PROJEKTUESE

4.1 Analiza hidrologjike dhe përcaktimi i prurjes projektuese

4.2 Karakteristikat kryesore të Digës së Radoniqit

4.3 Analiza hidrologjike dhe hidraulike

4.3.1 Pellgu ujëmbledhës, sistemi lumor dhe analiza e të dhënave hidrologjike

4.4 Të dhënat hidrologjike dhe stacionet matëse

4.5 Analiza hidraulike e kanalit furnizues

4.6 Vlerësimi i prurjeve maksimale ekstreme që hyjnë në rezervuarin e Radoniqit

4.6.1 Pellgu ujëmbledhës i rezervuarit të Radoniqit

4.6.2 Modeli reshje–rrjedhje sipas metodës SCS

4.6.3 Përcaktimi i hidrogrameve të prurjeve nga pellgu ujëmbledhës

4.7 Analiza e prurjeve ekstreme

4.8 Përmbytja Maksimale e Mundshme (PMF)

4.8.1 Vlerësimi empirik i PMF

4.8.2 Përmbytja Maksimale e Mundshme sipas standardeve britanike

4.9 Analiza statistikore e prurjeve ekstreme në lumin Bistrica e Deçanit

4.9.1 Analiza statistikore e prurjeve maksimale

4.9.2 Vlerësimi i prurjeve projektuese

4.10 Simulimi i funksionimit të rezervuarit dhe kapërderdhësit

4.10.1 Modeli i simulimit në HEC-HMS

4.10.2 Simulimi për prurjen projektuese Q10000

4.10.3 Simulimi i prurjeve dalëse nga rezervuari

4.10.4 Ndryshimi i vëllimit të rezervuarit gjatë kalimit të valës së përmbytjes

4.10.5 Vlerësimi i efektit të rezervuarit në zbutjen e valës së përmbytjes

4.11 Vlerësimi i kapacitetit të kapërderdhësit

4.12 Përfundimet e analizës hidrologjike dhe hidraulike

KAPITULLI V

ANALIZA HIDRAULIKE DHE DIMENSIONIMI I SISTEMIT SHKARKUES

5.1 Përshkrimi i zgjidhjes së propozuar

5.2 Përzgjedhja e tipit të kapërderdhësit

5.3 Dimensionimi hidraulik i kapërderdhësit

5.3.1 Alternativa 1 (Gjerësia e derdhjes = 10 m)

5.3.2 Studimi i kalimit të valës së përmytjes

5.3.3 Profili i kreshtës së kapërderdhësit

5.3.4 Kanali shkarkues

5.3.5 Rrymëshpejtuesi

5.3.6 Baseni qetësues për reduktimin e energjisë

5.4 Alternativa 2 (Gjerësia e derdhjes = 15 m)

5.4.1 Profili i kreshtës

5.4.2 Kanali shkarkues

5.4.3 Baseni qetësues për reduktimin e energjisë

5.4.4 Vlerësimi krahasues i alternativave

5.5 Sistemi i drenazhimit të kapërderdhësit

5.5.1 Drenazhimi i themeleve

5.5.2 Drenazhimi prapa mureve anësore

KAPITULLI VI

KONKLuzionET DHE REKOMANDIMET

6.1 Konkluzionet

6.2 Rekomandimet

BIBLIOGRAFIA

LISTA E FIGURAVE

- Figura 2.1.** Pozita gjeografike e Digës së Radoniqit dhe pellgut ujëmbledhës
- Figura 2.2.** Pamje e Digës së Radoniqit dhe rezervuarit
- Figura 2.3.** Objekti devijues në lumin Bistrica e Deçanit në lokacionin Llukë
- Figura 2.4.** Seksioni karakteristik i kanalit furnizues
- Figura 2.5.** Kapërderdhësi ekzistues i Digës së Radoniqit
- Figura 2.6.** Pamje e rrjedhës përmes kapërderdhësit gjatë operimit
- Figura 2.7.** Pamje planimetrike e objektit të kapërderdhësit të Digës së Radoniqit
- Figura 3.1.** Shkaqet kryesore të dështimit të digave sipas statistikave të ICOLD (1915–2016)
- Figura 3.2.** Penda Artvin, Turqi
- Figura 3.3.** Penda Walayar, Indi
- Figura 3.4.** Kapërderdhës bregor pa porta
- Figura 3.5.** Kapërderdhës me porta radiale për kontrollin e shkarkimit
- Figura 3.6.** Skema funksionale e kapërderdhësit anësor
- Figura 3.7.** Kapërderdhës anësor në Pendën Hoover, SHBA
- Figura 3.8.** Hartimi gjeologjik i bazamentit të kapërderdhësit
- Figura 3.9.** Përgatitja e bazamentit shkëmbor
- Figura 3.10.** Trajtimi i themelit dhe skarpateve me beton të spërkatur
- Figura 3.11.** Aplikimi i hydromulch-it në kapërderdhësin emergjent në Pendën Oroville
- Figura 3.12.** Pastrimi i themelit shkëmbor
- Figura 3.13.** Mbushja e vrimave me beton dentar
- Figura 3.14.** Vendosja e bazamentit RCC dhe kompaktësimi me cilindër vibrues
- Figura 3.15.** Injektimi i çarjeve me llaç çimentoje
- Figura 4.1.** Prejra karakteristike e Digës së Radoniqit
- Figura 4.2.** Stacionet hidrometrike ekzistuese dhe ato jashtë funksionit
- Figura 4.3.** Kurba karakteristike nivel–prurje në hyrje të kanalit furnizues
- Figura 4.4.** Kurbat Intensitet–Kohëzgjatje–Frekuencë (IKF) për stacionin e Pejës
- Figura 4.5.** Pellgu ujëmbledhës i rezervuarit të Radoniqit
- Figura 4.6.** Hidrogrami i prurjeve hyrëse nga pellgu ujëmbledhës për $CN = 73.76$
- Figura 4.7.** Hidrogramet e prurjeve hyrëse për skenarin konservativ $CN = 100$

Figura 4.8. Hidrogrami i prurjes totale hyrëse në rezervuarin e Radoniqit ($Q_{\max} = 143.73 \text{ m}^3/\text{s}$)

Figura 4.9. Përmbytja Maksimale e Mundshme (PMF – $2 \times 10\,000$), sipas standardeve britanike

Figura 5.1. Hidrografët hyrës dhe dalës për Alternativën 1

Figura 5.2. Kurba e kapacitetit të shkarkimit të kapërderdhësit për Alternativën 1

Figura 5.3. Llogaritja e shpejtësisë së afrimit për Alternativën 1

Figura 5.4. Faktorët për përcaktimin e profilin të kreshtës sipas USBR për Alternativën 1

Figura 5.5. Profili praktik (ogee) i kreshtës së kapërderdhësit për Alternativën 1

Figura 5.6. Profili hidraulik i rrjedhës përgjatë kanalit shkarkues

Figura 5.7. Përcaktimi i gjatësisë së kërcimit hidraulik sipas numrit Froude (USBR Type II)

Figura 5.8. Dimensionet karakteristike të basenit qetësues të tipit II për Alternativën 1

Figura 5.9. Faktorët USBR për përcaktimin e parametrave të profilin praktik (ogee) të kreshtës

Figura 5.10. Faktorët USBR për përcaktimin e parametrave të profilin praktik (ogee) të kreshtës

Figura 5.11. Profili praktik (ogee) i kreshtës së kapërderdhësit për Alternativën 2 ($B = 15 \text{ m}$)

Figura 5.12. Profili hidraulik i rrjedhës përgjatë kanalit shkarkues për Alternativën 2

Figura 5.13. Dimensionet e basenit qetësues të tipit II për Alternativën 2 ($B = 15 \text{ m}$)

Figura 5.14. Dimensionet karakteristike të basenit qetësues të tipit II për Alternativën 2

Figura 5.15. Planvendosja e sistemit të drenazhimit

Figura 5.16. Drenazhimi prapa mureve anësore dhe lidhja me kolektorin drenazhues

Figura 5.17. Detali konstruktiv i drenazhimit dhe bazamentit të kapërderdhësit

Figura 5.18. Detaji karakteristik i kapërderdhësit ekzistues të Digës së Radoniqit

Figura 5.19. Profili gjatësor i kapërderdhësit të propozuar me gjerësi 15 m

Figura 5.20. Detaji konstruktiv i zgjerimit të kapërderdhësit

Figura 5.21. Profili tërthor C–C i kapërderdhësit të propozuar me gjerësi 15 m

Figura 5.22. Prerja D–D e kapërderdhësit të propozuar me gjerësi 15 m

LISTA E TABELAVE

Tabela 2.1. Karakteristikat kryesore teknike të Digës së Radoniqit

Tabela 2.2. Të dhënat e stacioneve hidrometrike në pellgun ujëmbledhës

Tabela 2.3. Të dhënat e prurjeve mujore të disponueshme

Tabela 2.4. Karakteristikat kryesore të kanalit furnizues

Tabela 4.1. Parametrat kryesorë të pellgut ujëmbledhës

Tabela 4.2. Vlerat e koeficientit CN sipas kategorive të përdorimit të tokës

Tabela 4.3. Parametrat e reshjeve projektuese sipas kurbave IKF

Tabela 4.4. Prurjet maksimale të llogaritura për periudha të ndryshme kthimi

Tabela 4.5. Rezultatet e analizës statistikore të prurjeve maksimale

Tabela 4.6. Parametrat për modelimin hidrologjik të pellgut

Tabela 4.7. Përmbledhja e prurjeve projektuese të përvetësuar

Tabela 5.1. Të dhënat bazë për dimensionim

Tabela 5.2. Karakteristikat kryesore të strukturës së derdhjes (Alt-1)

Tabela 5.3. Parametrat e afrimit të rrjedhës (Alt-1)

Tabela 5.4. Karakteristikat kryesore të kapërderdhësit (Alt-2)

Tabela 5.5. Kapaciteti i shkarkimit të kapërderdhësit (Alt-2)

Tabela 5.6. Parametrat e profilit praktik të kreshtës sipas USBR (Alt-2)

Tabela 5.7. Llogaritja e shpejtësisë së afrimit (ha) për Alternativën 2

Tabela 5.8. Karakteristikat kryesore të basenit qetësues (Alt-2)

Tabela 5.9. Krahasoni hidraulik i alternativave të analizuara

LISTA E SHKURTESAVE

IHMK	Instituti Hidrometereologjik i Kosovës;
KPMM	Komisioni i Pavarur për Miniera dhe Minerale;
MMPH	Ministria e Mjedisit dhe Planifikimit Hapsinor;
ICOLD	Komisioni ndërkombëtar për pendat e mëdha;
m.l.d	Metra lartë mbi detë;
PVC	Polyvinyl Chloride;
CDWR	California Department of Water Resource;
KKP	Kuota e kurorës së pendës;
KNmax	Kuota e nivelit maksimal;
Q_{ec}	Prurja ekologjike;
CN	Runoff Curve number (Numri i lakorës së rrjedhjes);
RCC	Roller-compacted concrete;
USDA	Shërbimi i Konservimit të Burimeve Natyrore.

NJËSITË

mm	Milimetër;
m	Metër;
m ²	Metër katror;
m ³	Metër kub;
km	Kilometër;
km ²	Kilometër katror;
m ³ /s	Metër kub për sekond;
mil. m ³	Milion metër kub;
l/s	Litër për sekond;
l/s/km ²	Litër për sekond për kilometër katror;
%	Përqindje.

HYRJE

Diga e Radoniqit paraqet një nga objektet hidroteknike më të rëndësishme në Kosovë, me rol të veçantë në furnizimin me ujë të pijshëm, ujitjen e tokave bujqësore dhe plotësimin e nevojave industriale të rajonit të Dukagjinit. Siguria dhe funksionimi i qëndrueshëm i saj varen nga aftësia e objekteve shkarkuese për të përballuar prurjet e mëdha dhe për të kontrolluar energjinë e rrjedhës gjatë shkarkimit.

Kapërderdhësi është elementi kryesor i sigurisë hidraulike të një dige, pasi mundëson evakuimin e kontrolluar të ujërave të tepërta nga akumulacioni. Gjatë kalimit të prurjeve të mëdha krijohen shpejtësi të larta të rrjedhës, të cilat mund të shkaktojnë erozion të bazamentit dhe dëmtime të strukturave nëse nuk parashihen masa adekuate për reduktimin e energjisë.

Për këtë arsye, projektimi i rrymëshpejtuesit, basenit qetësues dhe pragut fundor paraqet një pjesë të rëndësishme të sistemit të shkarkimit, me qëllim të sigurimit të stabilitetit hidraulik dhe mbrojtjes së zonës së poshtme të objektit.

Në këtë punim realizohet analiza hidraulike e kapërderdhësit të Digës së Radoniqit dhe zhvillohet një zgjidhje ideore për dimensionimin e rrymëshpejtuesit, basenit qetësues dhe pragut fundor, me qëllim të sigurimit të reduktimit efektiv të energjisë së rrjedhës dhe mbrojtjes së zonës së poshtme të objektit.

KAPITULLI I

1.1 Sistemet shkarkuese të digave dhe reduktimi i energjisë së rrjedhës

Funksionimi i sigurt i një dige lidhet drejtpërdrejt me aftësinë e saj për të përballuar dhe shkarkuar prurjet e mëdha që paraqiten gjatë ngjarjeve hidrologjike ekstreme. Për këtë arsye, sistemet shkarkuese përbëjnë një nga komponentët më të rëndësishëm të projektimit dhe sigurisë së objekteve hidroteknike.

Kapërderdhësi është objekti kryesor që mundëson evakuimin e kontrolluar të ujërave të tepërta nga rezervuari, duke parandaluar tejkalimin e niveleve të lejuara të ujit dhe rrezikimin e stabilitetit të digës. Gjatë funksionimit të tij krijohen rrjedhje me shpejtësi të lartë dhe energji të konsiderueshme kinetike, të cilat duhet të kontrollohen në mënyrë adekuate për të shmangur erozionin e bazamentit dhe dëmtimin e strukturave të poshtme.

Për uljen e energjisë së ujit përdoren rrymëshpejtuesi, baseni qetësues dhe pragu fundor. Këto elemente zvogëlojnë shpejtësinë e ujit dhe bëjnë që ai të kthehet në mënyrë të sigurt në shtratin natyror.

Përzgjedhja e tyre varet nga sasia e ujit që shkarkohet, terreni dhe kushtet që paraqiten pas kapërderdhësit..

Për të përcaktuar përmasat e këtyre elementeve duhet të analizohen kushtet e rrjedhjes, terreni dhe mënyra e funksionimit të sistemit shkarkues. Zgjidhja e përzgjedhur duhet të sigurojë funksionim të sigurt të sistemit dhe mbrojtje nga erozioni në pjesën e poshtme të objektit.

1.2 QËLLIMI I PUNIMIT

Qëllimi i këtij punimi është vlerësimi i funksionimit hidraulik të kapërderdhësit të Digës së Radoniqit dhe hartimi i një zgjidhjeje ideore për rrymëshpejtuesin, basenin qetësues dhe pragu fundor, për sigurimin e shkarkimit të sigurt të prurjeve projektuese dhe mbrojtjen e zonës së poshtme të objektit.

1.3 OBJEKTIVAT E PUNIMIT

Për realizimin e qëllimit të punimit janë përcaktuar objektivat në vijim:

- Analizimi i karakteristikave teknike të Digës së Radoniqit dhe i sistemit ekzistues të shkarkimit.
- Studimi i karakteristikave hidrologjike të pellgut ujëmbledhës që ndikojnë në formimin e prurjeve projektuese.
- Përcaktimi i parametrave kryesorë hidraulikë të rrjedhës përgjatë sistemit shkarkues.
- Analiza hidraulike e kapërderdhësit për kushtet e prurjes projektuese.
- Dimensionimi i kanalit bartës dhe i rrymëshpejtuesit.
- Projektimi ideor i basenit qetësues për reduktimin e energjisë së rrjedhës.
- Dimensionimi i pragut fundor dhe vlerësimi i mbrojtjes nga erozioni.
- Vlerësimi i funksionimit të përgjithshëm hidraulik të sistemit të shkarkimit.

Vlerësimi i përshtatshmërisë së zgjidhjes së propozuar në raport me kushtet hidraulike të Digës së Radoniqit.

1.4 PËRMBAJTJA E PUNIMIT

Punimi është organizuar në gjashtë kapituj, të cilët trajtojnë aspektet teorike dhe praktike të analizës hidraulike të kapërderdhësit dhe projektimit të elementeve për reduktimin e energjisë.

Kapitulli 1 – Paraqet hyrjen, rëndësinë e sistemeve shkarkuese të digave, qëllimin, objektivat dhe strukturën e punimit.

Kapitulli 2 – Trajton karakteristikat teknike të Digës së Radoniqit, rezervuarit dhe sistemit ekzistues të shkarkimit.

Kapitulli 3 – Paraqet bazat teorike të kapërderdhësve, rrymëshpejtuesve, baseneve qetësuese dhe pragjeve fundore, si elemente kryesore të reduktimit të energjisë.

Kapitulli 4 – Përfshin analizën hidrologjike, përcaktimin e prurjeve projektuese dhe të dhënat hyrëse për dimensionim.

Kapitulli 5 – Paraqet analizën hidraulike të kapërderdhësit dhe projektimin ideor të rrymëshpejtuesit, basenit qetësues dhe pragut fundor.

Kapitulli 6 – Përmbledh përfundimet kryesore dhe rekomandimet .

KAPITULLI II

2.0. Karakteristikat teknike të Digës së Radoniqit dhe të sistemit ekzistues të shkarkimit

2.1 Pozita gjeografike dhe karakteristikat e pellgut ujëmbledhës

Diga e Radoniqit ndodhet në pjesën jugperëndimore të Kosovës, në territorin administrativ të Komunës së Gjakovës, me koordinata gjeografike 42.4742° N dhe 20.4323° E. Objekti është pjesë e sistemit hidroteknik të Dukagjinit dhe ka rol të rëndësishëm në furnizimin me ujë dhe menaxhimin e burimeve ujore të rajonit.

Rezervuari i Radoniqit është ndërtuar për të siguruar furnizim të qëndrueshëm me ujë për nevojat e popullsisë, ujitjen e sipërfaqeve bujqësore dhe mbështetjen e aktiviteteve ekonomike në rajon. Përmes këtij sistemi sigurohet furnizimi me ujë për një zonë të gjerë shërbimi prej rreth 220 km², duke përfshirë qendra urbane, zona rurale dhe sipërfaqe të konsiderueshme bujqësore.

Pellgu ujëmbledhës i akumulacionit karakterizohet nga reliev kodrinor-malor, me pjerrësi të ndryshme të terrenit dhe rrjet të zhvilluar të rrjedhave sipërfaqësore. Kushtet morfologjike dhe klimatike të pellgut ndikojnë drejtpërdrejt në formimin e prurjeve hyrëse dhe në regjimin hidrologjik të rezervuarit. Gjatë periudhave me reshje intensive dhe gjatë shkrirjes së borës krijohen prurje të konsiderueshme, të cilat ndikojnë në funksionimin e objekteve shkarkuese dhe në sigurinë e përgjithshme të digës.

Sipërfaqja e pellgut direkt ujëmbledhës të rezervuarit është rreth 28 km². Përveç prurjeve natyrore të këtij pellgu, akumulacioni furnizohet edhe nga prurjet e devijuara nga lumi Bistrica e Deçanit përmes sistemit të kanalit furnizues, gjë që rrit ndjeshëm potencialin ujqor të rezervuarit dhe rëndësinë e tij në menaxhimin e burimeve ujore të rajonit.

Karakteristikat hidrologjike të pellgut ujëmbledhës paraqesin bazën për përcaktimin e prurjeve projektuese dhe për analizën e sigurisë hidraulike të sistemit shkarkues.

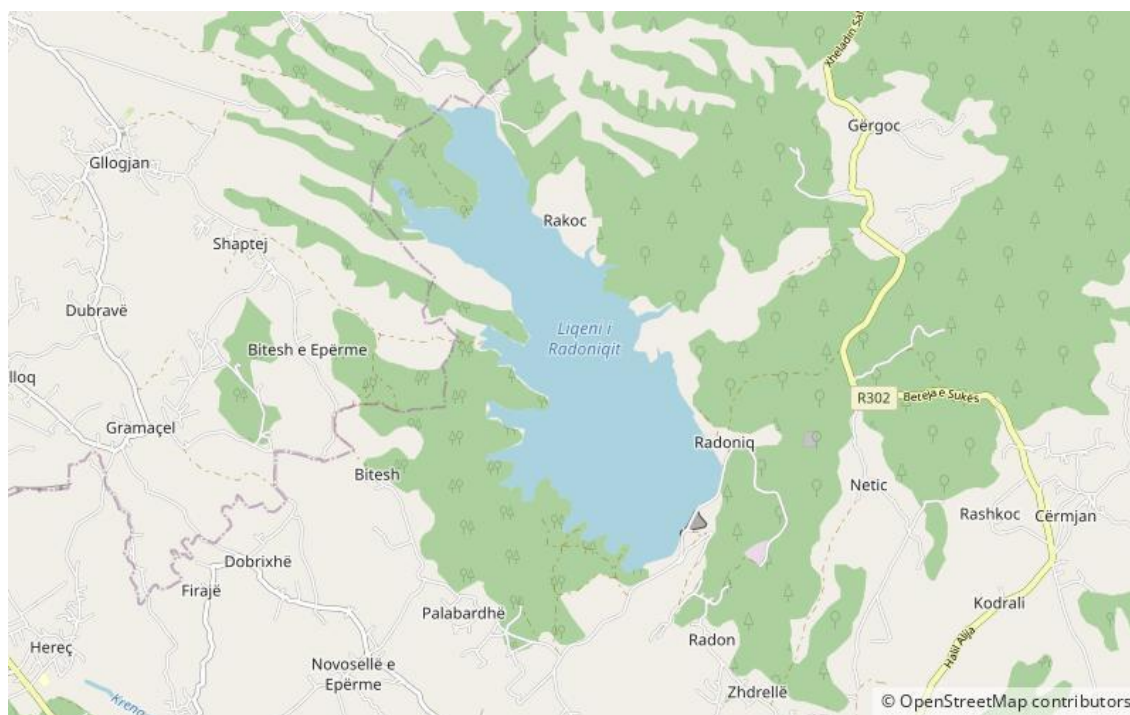


Figura 2.1. Pozita gjeografike e Digës së Radoniqit dhe pellgut ujëmbledhës

2.2 Karakteristikat teknike të Digës së Radoniqit

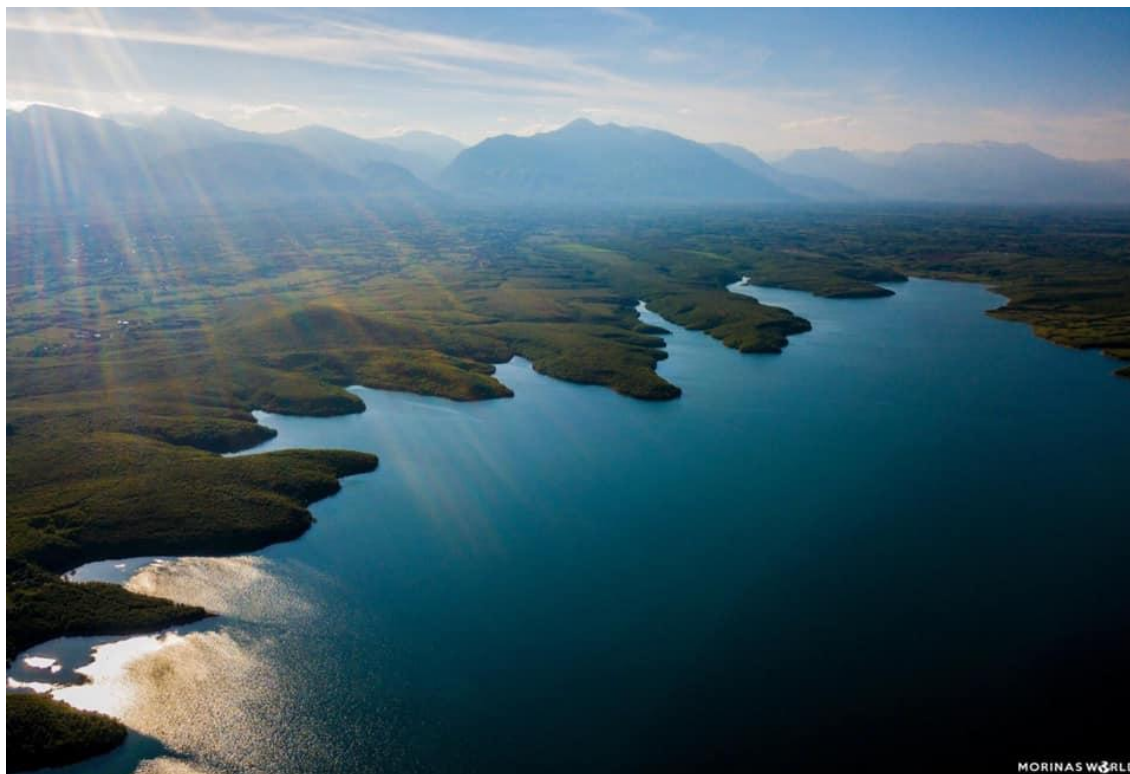


Figura 2.2. Pamje e Digës së Radoniqit dhe rezervuarit.

Diga e Radoniqit, për shkak të përmasave dhe rëndësisë së saj, konsiderohet një nga akumulacionet artificiale më të mëdha në Kosovë dhe paraqet elementin kryesor të sistemit të furnizimit me ujë për rajonin e Dukagjinit. Është projektuar dhe ndërtuar për sigurimin e rezervave ujore të nevojshme për furnizim me ujë të pijshëm, ujitjen e tokave bujqësore. Një nga objektivat kryesore të ndërtimit të saj ka qenë përmirësimi i ujitjes së rreth 10 250 ha tokë bujqësore.

Diga është e tipit me mbushje gurësh dhe formon një rezervuar me kapacitet të konsiderueshëm akumulues. Sistemi përbëhet nga rezervuari, vepra e marrjes së ujit, kapërderdhësi, sistemi i shkarkimit dhe objektet ndihmëse për operim dhe monitorim. Këto struktura funksionojnë në mënyrë të integruar për të siguruar menaxhimin efikas dhe të sigurt të burimeve ujore.

Karakteristikat kryesore teknike të Digës së Radoniqit janë paraqitur në Tabelën 2.1.

Tabela 2.1. Parametrat kryesorë të Digës së Radoniqit

Parametri	Vlera
Emri i digës	Radoniqi
Lloji i digës	Digë me mbushje gurësh
Koordinatat	42°28'26.83"N ; 20°25'56.53"E
Kuota e kurorës	458.00 m.n.m.
Kuota maksimale operacionale	456.40 m.n.m.
Kuota normale e akumulimit	456.00 m.n.m.
Lartësia e digës	61 m
Gjatësia e kurorës	770 m
Vëllimi i rezervuarit	$117 \times 10^6 \text{ m}^3$
Sipërfaqja e pellgut direkt ujëmbledhës	28 km ²
Gjerësia e kapërderdhësit	5.0 m
Niveli i lirë mbi kuotën maksimale	1.6 m

Rezervuari ka vëllim akumulues prej $117 \times 10^6 \text{ m}^3$ dhe nivel të lirë prej 1.6 m ndërmjet kuotës maksimale operacionale dhe kurorës së digës. Këto parametra ndikojnë në sigurinë e operimit të rezervuarit dhe në funksionimin e sistemit shkarkues gjatë prurjeve të larta

2.3 Burimet hyrëse të akumulacionit

Furnizimi me ujë i akumulacionit të Radoniqit realizohet nga dy burime kryesore: prurjet natyrore të pellgut direkt ujëmbledhës dhe prurjet e devijuara nga lumi Bistrica e Deçanit përmes sistemit të kanalit furnizues.

Pellgu direkt ujëmbledhës i rezervuarit përfshin një sipërfaqe prej rreth 28 km² dhe gjeneron prurje si rezultat i reshjeve atmosferike, rrjedhjes sipërfaqësore dhe shkrirjes së borës. Regjimi

hidrologjik i këtij pellgu ndikohet nga karakteristikat klimatike, morfologjia e terrenit dhe kushtet gjeologjike të zonës.

Burimi kryesor shtesë i furnizimit me ujë është lumi Bistrica e Deçanit. Marrja e ujit realizohet nëpërmjet objektit devijues të ndërtuar pranë fshatit Llukë, prej nga uji transportohet drejt akumulacionit përmes një kanali me gjatësi afërsisht 10 km.

Kanali furnizues ka seksion kryesisht drejtkëndor dhe shërben për transferimin e ujit nga Bistrica e Deçanit në rezervuarin e Radoniqit. Sipas analizave hidraulike të realizuara për këtë sistem, kapaciteti maksimal teorik i kanalit arrin rreth 24 m³/s. Në kushte normale operimi, prurja e devijuar kontrollohet përmes portave rregulluese dhe zakonisht kufizohet në vlera më të ulëta, afërsisht 12 m³/s.

Prurjet e transferuara nga Bistrica e Deçanit kanë rol të rëndësishëm në sigurimin e bilancit ujor të rezervuarit, veçanërisht gjatë periudhave me prurje të reduktuara në pellgun direkt të Radoniqit. Për këtë arsye, gjatë analizave hidrologjike dhe hidraulike të sistemit, ndikimi i të dy burimeve hyrëse duhet të merret në konsideratë për vlerësimin e saktë të kushteve të funksionimit të akumulacionit.



Figura 2.3. Objekti devijues në lumin Bistrica e Deçanit në lokacionin Lukë

Uji transportohet drejt rezervuarit përmes një kanali furnizues me gjatësi rreth 10 km.

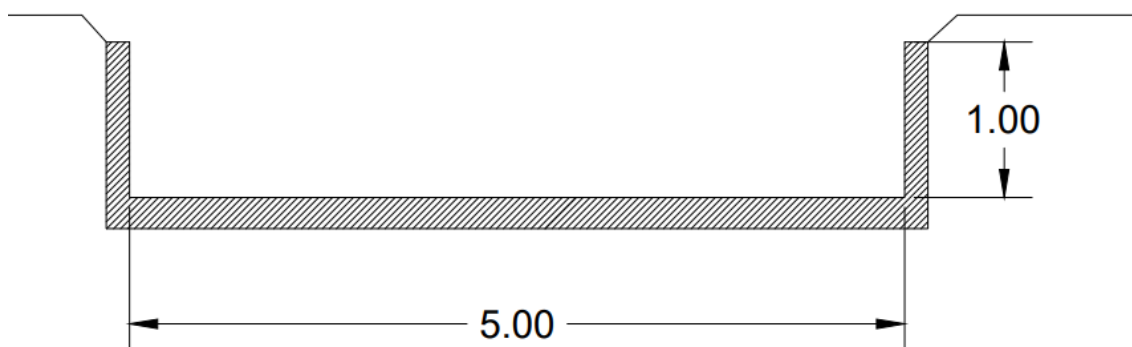


Figura 2.4. Seksioni karakteristik i kanalit furnizues.

Kanali furnizues ka gjatësi afërsisht 10 km dhe seksion kryesisht drejtkëndor përgjatë pjesës më të madhe të trases. Seksioni maksimal karakteristik i kanalit ka gjerësi rreth 5.0 m dhe thellësi 1.0 m, ndërsa në zonën e objektit devijues thellësia e ujit mund të arrijë rreth 1.75 m.

Nga dimensionet e paraqitura vërehet se kanali është projektuar për transportimin e prurjeve të konsiderueshme drejt rezervuarit, duke siguruar furnizimin plotësues të akumulacionit nga Bistrica e Deçanit.

2.4 Sistemi ekzistues i shkarkimit

Sistemi i shkarkimit të Digës së Radoniqit shërben për kontrollin e nivelit të ujit në rezervuar dhe shkarkimin e sigurt të prurjeve të tepërta, pa rrezikuar stabilitetin e digës dhe të strukturave përcjellëse.

Pjesa kryesore e sistemit të shkarkimit është kapërderdhësi, i cili mundëson shkarkimin automatik të ujit kur niveli i rezervuarit tejkalon kuotën e parashikuar të operimit. Kapërderdhësi ekzistues ka gjerësi efektive rreth 5.05 m. Kuota e pragut të kapërderdhësit ndodhet në nivelin 456.00 m mbi nivelin e detit, ndërsa pjesa e poshtme e konstruksionit mbikalues ndodhet në kuotën 457.70 m mbi nivelin e detit.

Në kushtet e funksionimit me rrjedhje të lirë, kapërderdhësi mundëson kalimin e prurjeve të tepërta drejt kanalit shkarkues. Për shkak të konfigurimit të tij konstruktiv, kapaciteti shkarkues rritet me ngritjen e nivelit të ujit në rezervuar. Analizat e kryera në raportet ekzistuese tregojnë se kapaciteti maksimal i kapërderdhësit arrin rreth 25.9 m³/s për nivelin maksimal të projektuar të ujit mbi prag.

Përveç kapërderdhësit, diga disponon edhe dy shkarkues fundorë me diametër nominal Ø400 mm, të cilët përdoren për menaxhimin e prurjeve dhe për sigurimin e rrjedhës ekologjike në pjesën e poshtme të objektit. Kapaciteti i kombinuar i këtyre shkarkuesve është relativisht i kufizuar në krahasim me prurjet ekstreme që mund të paraqiten gjatë ngjarjeve hidrologjike të rralla.

Gjatë shkarkimit të prurjeve të mëdha, rrjedha zhvillon shpejtësi dhe energji të konsiderueshme kinetike. Nëse kjo energji nuk kontrollohet në mënyrë adekuate, mund të shkaktojë erozion të bazamentit dhe dëmtime të strukturave në zonën e poshtme të digës. Për këtë arsye, në vazhdim analizohet kapaciteti i kapërderdhësit dhe nevoja për reduktimin e energjisë në pjesën e poshtme të tij.



Figura 2.5. Kapërderdhësi ekzistues i Digës së Radoniqit.



Figura 2.6. Pamje e rrjedhës përmes kapërderdhësit gjatë operimit.

Sistemi ekzistues i shkarkimit përbëhet nga kapërderdhësi, shkarkuesit fundorë dhe kanali shkarkues, të cilët sigurojnë largimin e kontrolluar të ujit nga rezervuari. Për vlerësimin e funksionimit të përgjithshëm të sistemit është e nevojshme të analizohen edhe karakteristikat e kanalit shkarkues në pjesën e poshtme të kapërderdhësit.

Analiza e karakteristikave të sistemit ekzistues të shkarkimit tregon se kapaciteti i tij është i kufizuar për përballimin e prurjeve ekstreme të projektuara. Për këtë arsye, në kapitujt vijues paraqitet analiza hidrologjike dhe hidraulike që shërben si bazë për zhvillimin e zgjidhjes së propozuar.

2.5 Karakteristikat e kanalit shkarkues



Figura 2.7. Pamje planimetrike e objektit të kapërderdhësit të Digës së Radoniqit.

Kanali shkarkues është vazhdimi i drejtpërdrejtë i kapërderdhësit dhe shërben për përcjelljen e ujit drejt shtratit pritës në pjesën e poshtme të digës. Gjatë funksionimit të kapërderdhësit, rrjedha kalon nëpër këtë kanal me shpejtësi të larta, prandaj karakteristikat e tij kanë ndikim të drejtpërdrejtë në sigurinë e sistemit shkarkues.

Kanali është ndërtuar me mure dhe fund prej betoni dhe është projektuar për të përballuar prurjet e shkarkuara nga kapërderdhësi. Forma e kanalit mundëson orientimin e rrjedhës dhe zvogëlon rrezikun e përhapjes së pakontrolluar të ujit në zonat përreth.

Gjatë shkarkimit të prurjeve të mëdha, në kanal mund të paraqiten regjime të ndryshme të rrjedhjes, të cilat varen nga pjerrësia gjatësore, gjeometria e seksionit dhe kushtet kufitare në dalje. Për këtë arsye, analiza e profilit hidraulik përgjatë kanalit paraqet bazën për dimensionimin e rrymëshpejtuesit, basenit qetësues dhe pragut fundor, me qëllim të reduktimit të kontrolluar të energjisë së rrjedhës dhe mbrojtjes së zonës së poshtme nga erozioni



Figura 2.8. Kanali shkarkues në pjesën e poshtme të kapërderdhësit.

Vlerësimi i karakteristikave të sistemit ekzistues të shkarkimit shërben si bazë për analizat hidraulike dhe dimensionimin e elementeve hidroteknike.

KAPITULLI III

3.1 NJOHURI TË PËRGJITHSHME MBI KAPËRDERDHËSIT DHE RËNDËSIA E TYRE

Siguria e një dige varet në masë të madhe nga kapaciteti dhe funksionaliteti i sistemit shkarkues. Një numër i konsiderueshëm i dështimeve të digave në nivel botëror kanë ndodhur si rezultat i kapacitetit të pamjaftueshëm të kapërderdhësve ose mosfunksionimit të tyre gjatë ngjarjeve ekstreme hidrologjike. Sipas studimeve të Komisionit Ndërkombëtar për Digat e Mëdha (ICOLD), rreth 22% e dështimeve të digave janë shkaktuar nga problemet që lidhen me kapërderdhësit dhe sistemet e shkarkimit të ujërave vërshuese. Kjo tregon se dimensionimi i kapërderdhësit ka ndikim të drejtpërdrejtë në sigurinë e digës dhe të zonave që ndodhen poshtë saj.

Kapërderdhësit duhet të projektohen në mënyrë që të përballojnë prurjet projektuese të përcaktuara për secilën digë, duke garantuar kalimin e sigurt të ujit pa shkaktuar dëmtime në strukturën e digës, në bazament apo në rrjedhën poshtë saj. Përzgjedhja e tipit, dimensioneve dhe vendndodhjes së kapërderdhësit varet nga një sërë faktorësh, ndër të cilët më të rëndësishmit janë karakteristikat topografike, gjeologjike, hidrologjike dhe hidraulike të zonës së projektimit.

Kapërderdhësit përbëjnë një nga elementet më të rëndësishme të sigurisë së digave, për këtë arsye, projektimi i tyre kërkon analiza të detajuara teknike dhe ekonomike, me qëllim të arritjes së një zgjidhjeje optimale që garanton siguri të lartë dhe funksionim afatgjatë.

Në praktikën moderne të inxhinierisë hidroteknike, kapërderdhësit projektohen për t'i rezistuar ngjarjeve të rralla hidrologjike, duke përfshirë përmbytjet me periudha kthimi shumë të mëdha ose përmbytjet maksimale të mundshme (PMF), veçanërisht në rastin e digave me potencial të lartë rreziku për popullsinë dhe infrastrukturën poshtë tyre

Për të treguar rëndësinë e sistemeve shkarkuese në sigurinë e digave, në figurën në vijim paraqiten shkaqet kryesore të dështimit të digave sipas statistikave të ICOLD.

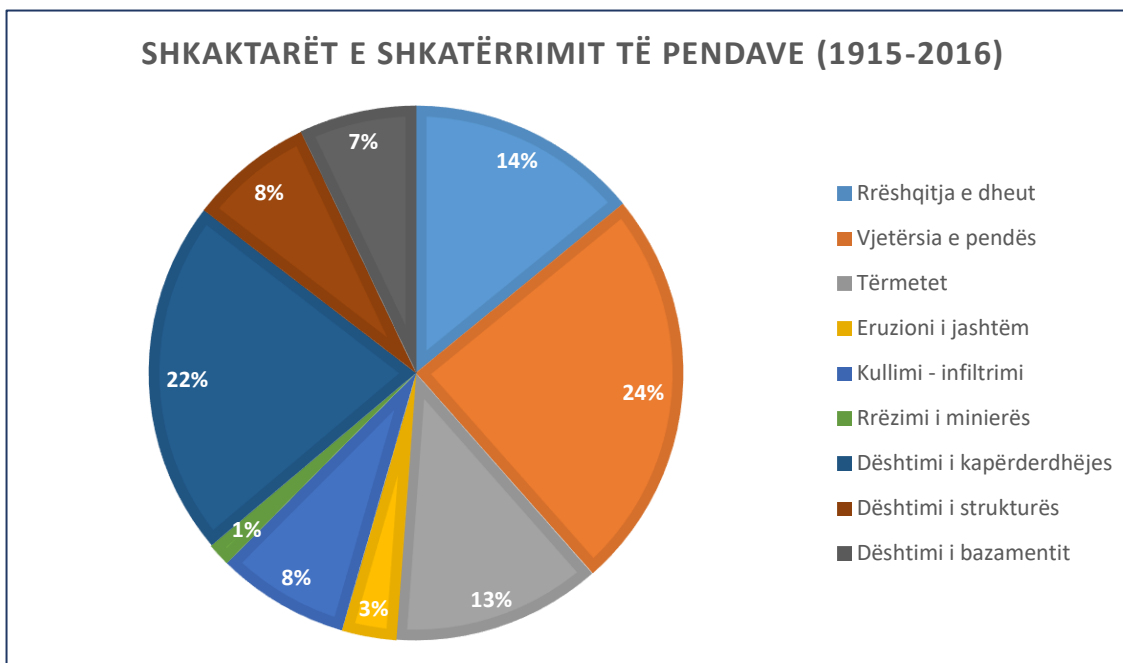


Figura 3.1. Shkaqet kryesore të dështimit të digave sipas statistikave të ICOLD (1915–2016).

3.2 Klasifikimi i Kapërderdhësve

Kapërderdhësit mund të klasifikohen sipas mënyrës së shkarkimit të ujit, mënyrës së kontrollit të rrjedhës dhe vendndodhjes së tyre në raport me trupin e digës.

Në aspektin funksional, kapërderdhësit përdoren për evakuimin e prurjeve të mëdha dhe për ruajtjen e nivelit të lejuar të ujit në rezervuar. Përzgjedhja e tipit të kapërderdhësit varet nga kushtet topografike, gjeologjike, hidrologjike dhe nga lloji i digës.

- Kapërderdhësit klasifikohen sipas mënyrës së përcjelljes së ujit në:
- kapërderdhës të hapur;
- kapërderdhës të mbyllur;
- kapërderdhës të kombinuar.

Sipas mënyrës së funksionimit dallohen:

- kapërderdhës pa porta;
- kapërderdhës me porta.

Kapërderdhësit pa porta funksionojnë automatikisht sapo niveli i ujit arrin kuotën e projektuar të pragut. Kapërderdhësit me porta mundësojnë rregullimin e sasisë së ujit që shkarkohet përmes portave dhe mekanizmave të kontrollit.

Ndërsa sipas pozicionit në raport me digën ndahen në

- kapërderdhës në trupin e digës;
- kapërderdhës jashtë trupit të digës.

3.2.1 Kapërderdhësit në trupin e Digës

Kapërderdhësit në trupin e digës ndërtohen si pjesë përbërëse e vetë strukturës së digës dhe përdoren për shkarkimin e ujërave vërshuese drejt pjesës së poshtme të saj.

Ky tip kapërderdhësi përdoret kryesisht te digat prej betoni, ku vetë struktura ka qëndrueshmëri të mjaftueshme për të përballuar veprimin e rrjedhës dhe ngarkesat hidraulike. Te digat me materiale rrethanore (dhe, zhavorr dhe gurë) përdorimi i këtij tipi është i kufizuar për shkak të rrezikut nga erozioni dhe dëmtimi i trupit të digës.

Kapërderdhësit në trupin e digës mund të projektohen me ose pa porta. Kapërderdhësit pa porta kanë funksionim automatik dhe aktivizohen sapo niveli i ujit tejkalon kuotën e projektuar të pragut, ndërsa kapërderdhësit me porta mundësojnë kontroll më të madh të shkarkimit dhe menaxhim më të përshtatshëm i rezervuarit.

Përparësia kryesore e këtij tipi është vendosja e drejtpërdrejtë me strukturën e digës dhe gjatësia relativisht e shkurtër e rrugës së rrjedhës. Megjithatë, gjatë projektimit duhet t'i kushtohet vëmendje e veçantë ndikimit të rrjedhës në strukturën e digës dhe në zonën e shkarkimit.



Figura 0.1. Penda Artvin, Turqi Figura 0.2. Penda Walayar, Indi (Irrigation Division, 2012)

3.2.2 Kapërderdhësit Jashtë Trupit të Digës

Kapërderdhësit jashtë trupit të digës ndërtohen zakonisht në njërin prej brigjeve të rezervuarit ose në një zonë të veçantë pranë digës. Kjo zgjedhje përdoret më së shpeshti te digat me mbushje dheu ose gurësh, ku kalimi i ujit mbi trupin e digës nuk lejohet për arsye sigurie.

Në këtë rast, uji shkarkohet përmes një strukture të veçantë dhe transportohet në mënyrë të kontrolluar drejt rrjedhës së poshtme. Pozicionimi i kapërderdhësit përcaktohet nga kushtet topografike, gjeologjike dhe hidraulike të vendndodhjes.

Përparësia kryesore e këtij tipi është se rrjedha e ujit largohet nga trupi i digës, duke zvogëluar rrezikun e erozionit dhe dëmtimeve strukture. Nga ana tjetër, ndërtimi i kanalit bartës dhe objekteve përcjellëse mund të rrisë kërkesat teknike dhe vlerën e investimit.

Kapërderdhësit jashtë trupit të digës klasifikohen në:

- kapërderdhës bregor;
- kapërderdhës anësor;
- kapërderdhës hinkor.

Në kuadër të këtij punimi trajtohet kapërderdhësi anësor, i cili paraqet zgjidhjen më të përshtatshme për kushtet e Digës së Radoniqit.

Përzgjedhja e tipit varet nga konfiguracioni i terrenit, kushtet hidraulike dhe kërkesat e projektit.

3.2.3 Kapërderdhësit Bregorë

Kapërderdhësi bregor është një nga tipet më të përdorura të kapërderdhësve jashtë trupit të digës. Ai ndërtohet përgjatë njërit breg të rezervuarit dhe përbëhet nga pragu kapërderdhës, kanali bartës dhe struktura e shkarkimit.

Kapërderdhësit bregor mund të ndërtohen me porta ose pa porta. Në rastet kur kërkohet kontroll më i madh i nivelit të rezervuarit përdoren porta, ndërsa për rezervuarë me regjim më të thjeshtë operimi përdoren kapërderdhës automatikë pa porta.

Në varësi të kushteve të terrenit, uji mund të përcillet përmes një kanali të hapur ose përmes një tuneli. Përzgjedhja e zgjidhjes varet nga ekonomia e projektit dhe kushtet e terrenit.

Kapërderdhësit bregorë përdoren shpesh te digat me mbushje dhe te rezervuarët me kapacitete të mëdha akumuluese.



Figura 0.3. Kapërderdhës bregor pa porta. Figura 3.5. Kapërderdhës me porta radiale për kontrollin e shkarkimit.

Kapërderdhësit bregor përdoren gjerësisht në digat me mbushje dhe në rezervuarët me kapacitete të mëdha akumuluese. Pozicionimi i tyre në breg mundëson largimin e rrjedhës nga trupi i digës dhe rrit sigurinë gjatë kalimit të prurjeve ekstreme.

3.2.4 Kapërderdhësit Anësor

Kapërderdhësit anësor janë një nga llojet më të përdorura të kapërderdhësve jashtë trupit të digës. Ata ndërtohen përgjatë bregut të rezervuarit dhe përdoren në rastet kur kushtet topografike nuk lejojnë vendosjen e një kapërderdhësi në trupin e digës ose kur kjo zgjidhje paraqet vështirësi teknike dhe ekonomike.

Karakteristikë dalluese e këtij tipi është se rrjedha e ujit kalon mbi prapun kapërderdhës dhe më pas ndryshon drejtimin e lëvizjes për t'u futur në kanal in bartës. Për shkak të këtij ndryshimi të drejtimit, rrjedha shoqërohet me lëvizje turbulente dhe formim të vorbullave, të cilat duhet të merren parasysh gjatë projektimit hidraulik.

Kapërderdhësi anësor përbëhet nga këto pjesë kryesore:

- pragu kapërderdhës;
- kanali bartës;
- vepra e tranzicionit;
- rrymëshpejtuesi;
- objekti për reduktimin e energjisë.

Ky tip kapërderdhësi përdoret kryesisht te digat me mbushje dheu ose gurësh, por mund të aplikohet edhe te tipe të tjera digash kur kushtet e terrenit e favorizojnë këtë zgjidhje.

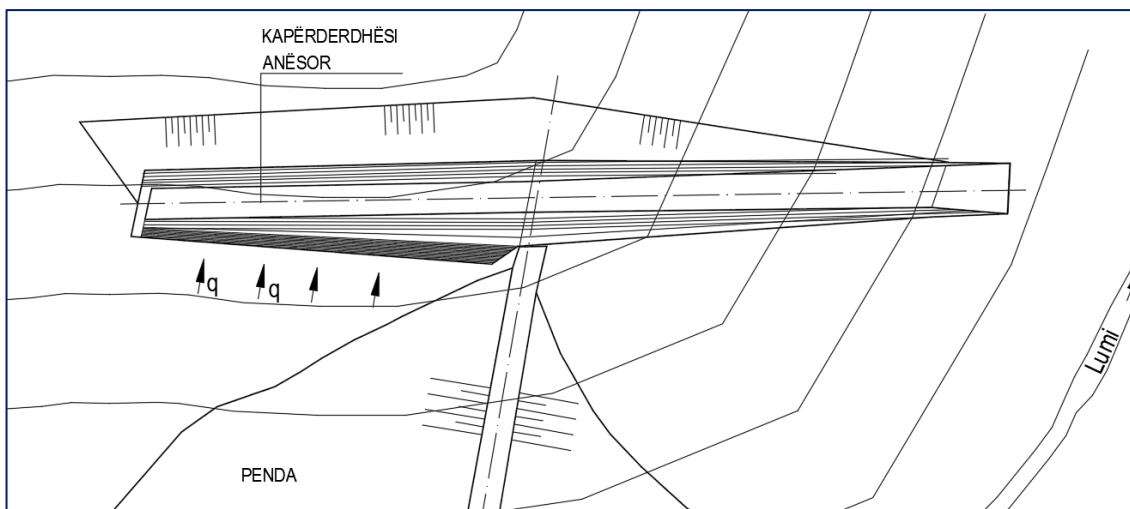


Figura 3.6. Skema funksionale e kapërderdhësit anësor.

Përparësitë kryesore të kapërderdhësit anësor janë:

- mundësia e ndërtimit jashtë trupit të digës;
- siguri më e lartë ndaj erozionit të digës;
- përshtatje e mirë me terrenet e pjerrëta;
- mundësia e realizimit të pragjeve me gjatësi të mëdha.

Ndërsa kufizimet kryesore janë:

- paraqitja e rrjedhave turbulente në kanalën bartëse;
- mundësia e formimit të vorbullave;
- kërkesa për analizë më të detajuar hidraulike të rrjedhës.

Për shkak të sigurisë së lartë hidraulike, mundësisë së zhvillimit të kanalit bartës jashtë trupit të digës dhe përshtatjes së mirë me relievin e terrenit, kapërderdhësi anësor është tipi i kapërderdhësit që trajtohet në Digën e Radoniqit..

3.3 Zhvillimi dhe Përdorimi i Kapërderdhësve Anësor

Kapërderdhësit anësor filluan të përdoren gjerësisht me zhvillimin e digave me mbushje dhe gurësh, ku kalimi i ujit mbi trupin e digës paraqet rrezik për stabilitetin e saj. Vendosja e kapërderdhësit në breg mundëson shkarkimin e sigurt të prurjeve dhe largimin e rrjedhës nga struktura kryesore e digës.

Një nga shembujt më të njohur të përdorimit të kapërderdhësve anësor është Penda Hoover në Shtetet e Bashkuara të Amerikës, ku sistemi i shkarkimit është projektuar për të përballuar prurje shumë të mëdha dhe nivele të larta të energjisë së rrjedhës. Përvoja e fituar nga projektimi dhe operimi i këtyre strukturave ka ndikuar ndjeshëm në zhvillimin e metodave moderne të projektimit hidraulik.



Figura 3.7. Kapërderdhës anësor në Pendën Hoover, SHBA.

3.3.1 Vendosja dhe Përzgjedhja e Tipit të Kapërderdhësit

Gjatë projektimit të një dige, përzgjedhja e tipit të kapërderdhësit ka ndikim të drejtpërdrejtë në sigurinë dhe funksionimin e sistemit shkarkues. Tipi i përzgjedhur duhet të sigurojë kapacitet të mjaftueshëm shkarkues, siguri në operim dhe investim të arsyeshme ndërtimi dhe mirëmbajtjeje.

Faktorët kryesorë që ndikojnë në përzgjedhjen e tipit dhe vendndodhjes së kapërderdhësit janë:

- kushtet topografike;
- kushtet gjeologjike;
- karakteristikat hidrologjike të pellgut ujëmbledhës;
- tipi i digës;
- kapaciteti i rezervuarit;
- kushtet e shkarkimit në rrjedhën e poshtme.

3.4. Bazamenti dhe Trajtimi i Themeleve të Kapërderdhësit

Projektimi i bazamentit është një nga fazat më të rëndësishme në ndërtimin e kapërderdhësit, pasi qëndrueshmëria dhe funksionimi afatgjatë i strukturës varen drejtpërdrejt nga cilësia e themelit mbi të cilin mbështetet objekti.

Qëllimi kryesor i trajtimit të bazamentit është sigurimi i një sipërfaqeje të qëndrueshme, me deformime minimale, me kapacitet të mjaftueshëm mbajtës dhe me rezistencë të lartë ndaj depërtimit të ujit.

Para projektimit të themeleve duhet të kryhen hulumtime gjeologjike dhe gjeoteknike për përcaktimin e karakteristikave të bazamentit, pranisë së çarjeve dhe kushteve hidrogeologjike të terrenit.



Figura 0.4. Hartimi gjeologjik i bazamentit të kapërderdhësit, nga vlersimi vizual (CDWR, 2017)

Bazamenti duhet të formësohet në mënyrë që të eliminohen zonat e dobëta, materialet e paqëndrueshme dhe pjesët e dëmtuara që mund të ndikojnë në sjelljen e strukturës gjatë shfrytëzimit.

3.4.1 Bazamentet në material dheror

Kur kapërderdhësi ndërtohet mbi materiale dherore, kërkohet trajtim i veçantë i bazamentit për të siguruar kapacitet të mjaftueshëm mbajtës dhe për të kufizuar deformimet.

Fillimisht largohet shtresa humusore dhe çdo material organik ose i papërshtatshëm për themelim. Më pas realizohet pastrimi dhe ngjeshja e sipërfaqes së bazamentit deri në arritjen e shkallës së kërkuar të kompaktësimit.

Në rastet kur evidentohen zona me material të dobët, ato largohen dhe zëvendësohen me material mbushës të përzgjedhur dhe të ngjeshur sipas kërkesave teknike.

Në skarpatet e gjermimeve duhet të sigurohet pjerrësi e përshtatshme për të garantuar stabilitetin gjatë ndërtimit dhe gjatë funksionimit të objektit.



Figura 0.5. Përgatitja e bazamentit shkëmbor (CDWR, 2017)

Për mbrojtjen e sipërfaqeve të ekspozuara mund të përdoren shtresa mbrojtëse me beton të spërkatur , rrjeta armature ose metoda biologjike për kontrollin e erozionit.



Figura 3.10. Trajtimi i themelit dhe skarpateve me beton të spërkatur (shotcrete)

Mbrojtja e skarpateve me aplikimin e mbjelljes hidraulike (hydromulch) -

Hydromulch (mulçim hidraulik) është një metodë biologjike që përdoret për mbrojtjen e skarpateve nga erozioni dhe për rikthimin e mbulesës bimore në sipërfaqet e gërmuara.

Përzierja përbëhet nga ujë, fibra organike, farë bari dhe materiale lidhëse, të cilat aplikohen me spërkatje në sipërfaqen e skarpatit.



Figura 0.6. Aplikimi i hydromulch-it në kapërderdhësin emërgjent në penden Oroville (CDWR, 2017)

3.4.2. Bazamentet shkëmbore

Bazamentet shkëmbore konsiderohen më të favorshme për ndërtimin e kapërderdhësve për shkak të kapacitetit të lartë mbajtës dhe deformimeve të vogla.

Megjithatë, para vendosjes së strukturës është e nevojshme të kryhet analizë e detajuar e masës shkëmbore për të identifikuar:

- çarjet dhe diskontinuitetet;
- shkallën e alterimit;
- drejtimin e shtresëzimit;
- përshkueshmërinë ujore;
- stabilitetin e skarpateve.

Përgatitja e bazamentit përfshin largimin e materialit të shkapërderdhur, pastrimin e çarjeve dhe trajtimin e zonave të dëmtuara.

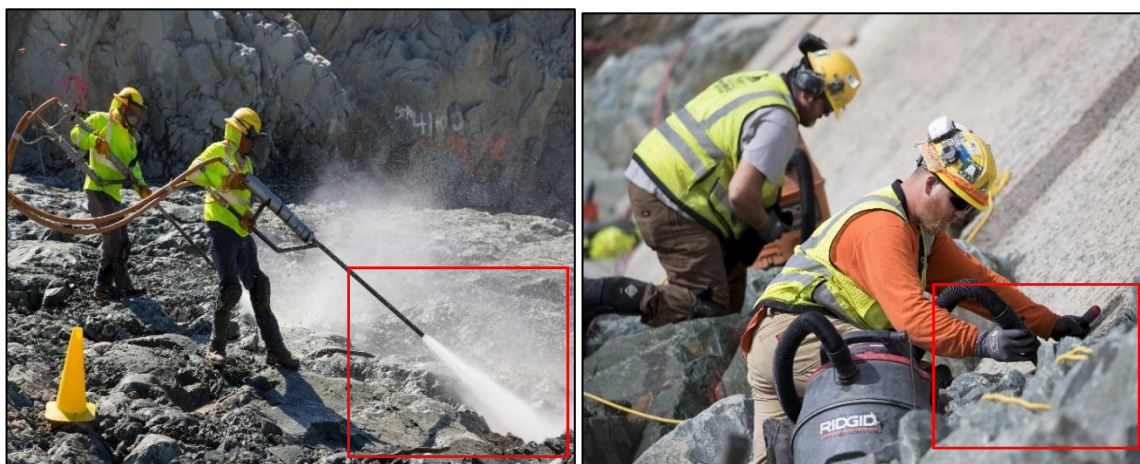
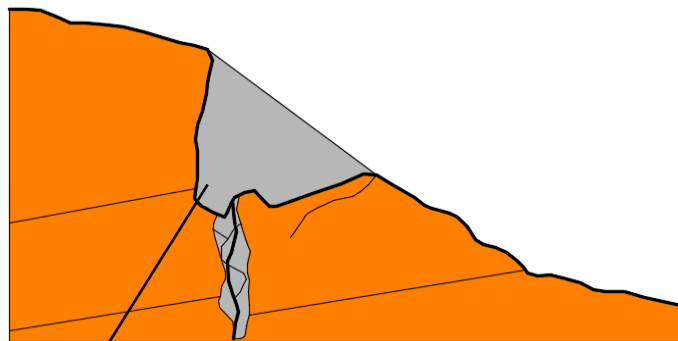


Figura 0.7. Pastrimi i themelit shkëmbor (CDWR, 2017)

Çarjet me përmasa të vogla zakonisht trajtohen me injektim çimentojeme, ndërsa hapësirat më të mëdha trajtohen me beton dentar ose me beton të kompaktuar me cilindër (RCC), varësisht nga dimensionet dhe kushtet e terrenit.



Mbushja me
beton dental

Figura 0.8. Mbushja e vrimave më të mëdhe se 150 cm, me beton dental

Trajtimi i hapsirave të mëdha të gërmuara bëhet me beton të thatë (Betoni i kompaktësuar me cilindër vibrues) - Është lloj tjetër betoni, i cili e ka marrë emrin nga metoda e aplikimit e përdorur për ndërtimin e tij. Vendosja e tij në vepër bëhet me pajisje të zakonshme ose me paisje të shtrimit të asfaltit (finisher) me densitet të lartë, vendosja e tij bëhet në shtresa (Figura 3.14) dhe më pas kompaktësohet me cilindër vibrues.

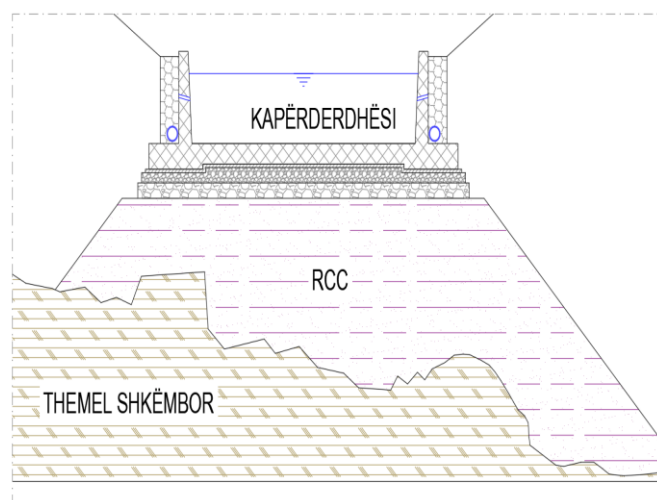


Figura 0.9. Vendosja e bazamentit të betonit RCC në shtresa, dhe kompaktësimi i tij me cilindër vibrues (CDWR, 2017)

3.4.3. Trajtimi i Çarjeve dhe Diskontinuiteteve

Prania e çarjeve në bazament mund të krijojë rrugë depërtimi për ujërat nëntokësore dhe të zvogëlojë qëndrueshmërinë e strukturës.

Për këtë arsye, para ndërtimit të kapërderdhësit, çarjet trajtohen me injektim llaçi çimentoje ose materiale të tjera të përshtatshme.

Injektimi ka për qëllim:

- zvogëlimin e përshkueshmërisë së masës shkëmbore;
- rritjen e kompaktësisë së bazamentit;
- përmirësimin e kontaktit ndërmjet betonit dhe shkëmbit.



Figura 3.15. Injektimi i çarjeve me llaç çimentoje.

Trajtimi i bazamentit ndikon drejtpërdrejt në sigurinë dhe qëndrueshmërinë afatgjatë të kapërderdhësit..

3.4.4. Pllaka e themeleve dhe elementet konstruktive të kapërderdhësit

Pllaka e themeleve është elementi kryesor mbajtës i kapërderdhësit, i cili transmeton ngarkesat në bazament dhe mbron strukturën nga presionet ngritëse, infiltrimi i ujit dhe veprimi i rrjedhës.

Dimensionimi i pllakës varet nga kushtet gjeoteknike të bazamentit, ngarkesat hidraulike, karakteristikat e rrjedhës dhe sistemi i drenazhimit të parashikuar nën strukturë.

Trashësia dhe armimi i pllakës përcaktohen në mënyrë që të sigurohet stabiliteti ndaj rrëshqitjes, ngritjes dhe deformimeve të mundshme gjatë funksionimit të objektit.

Për funksionim të sigurt dhe afatgjatë, nën pllakë parashikohet sistem drenazhimi dhe masa për kontrollin e infiltrimit të ujit.

3.5 Rrymëshpejtuesit

3.5.1 Roli dhe funksioni i rrymëshpejtuesit

Rrymëshpejtuesi është pjesë e sistemit shkarkues dhe shërben për përcjelljen e ujit nga kapërderdhësi drejt strukturave për disipimin e energjisë. Ai vendoset ndërmjet kanalit bartës dhe basenit qetësues, duke siguruar kalimin e rrjedhës me stabilitet hidraulik dhe pa shkaktuar dëmtime në strukturë.

Funksioni kryesor i rrymëshpejtuesit është të drejtojë rrjedhën në mënyrë të kontrolluar dhe të përballojë shpejtësitë e larta që zhvillohen gjatë shkarkimit të prurjeve të mëdha.

Projektimi i rrymëshpejtuesit duhet të sigurojë:

- transportimin e sigurt të prurjes projektuese;
- ruajtjen e stabilitetit të rrjedhës;
- shmangien e ndarjes së rrjedhës nga sipërfaqja e kanalit;
- minimizimin e rrezikut nga kavitacioni;
- përcjelljen e ujit drejt strukturave reduktuese.

Forma, pjerrësia dhe gjatësia e rrymëshpejtuesit ndikojnë drejtpërdrejt në regjimin e rrjedhës dhe në funksionimin e strukturave që ndodhen në pjesën e poshtme të tij.

3.5.2 Elementet përbërëse të rrymëshpejtuesit

Rrymëshpejtuesi përbëhet nga disa elemente konstruktive dhe hidraulike të cilat sigurojnë funksionimin e tij të qëndrueshëm.

Elementet kryesore janë:

- hyrja në rrymëshpejtues;
- kanali i rrymëshpejtuesit;
- muret anësore mbrojtëse;
- pllaka e dyshemesë;
- elementi fundor për lidhje me basenin qetësues ose trampolinën.

Hyrja në rrymëshpejtues duhet të sigurojë kalimin e rrjedhës pa humbje të konsiderueshme energjie dhe pa krijuar turbulenca të panevojshme. Kanali i rrymëshpejtuesit dhe muret anësore duhet të përballojnë shpejtësitë e larta të ujit, ndërsa elementi fundor mundëson kalimin e rrjedhës drejt basenit qetësues ose strukturës tjetër disipative.

Forma dhe dimensionet e këtyre elementeve përcaktohen nga prurja projektuese, kushtet hidraulike të rrjedhës dhe karakteristikat e terrenit.

3.5.3 Kriteret hidraulike të projektimit të rrymëshpejtuesit

Projektimi hidraulik i rrymëshpejtuesit bazohet në analizën e parametrave kryesorë të rrjedhës.

Gjatë dimensionimit analizohen:

- prurja projektuese;
- thellësia e rrjedhës;
- shpejtësia e ujit;
- numri i Froude-it;
- energjia specifike;
- pjerrësia e kanalit.

Në shumicën e rasteve rrjedha në rrymëshpejtues zhvillohet në regjim superkritik, i karakterizuar nga shpejtësi të larta dhe thellësi relativisht të vogla të ujit. Për këtë arsye, rrymëshpejtuesi duhet të projektohet në mënyrë që të përballojë forcat dinamike të rrjedhës dhe të kufizojë rrezikun nga erozioni dhe kavitacioni.

Për shkak të shpejtësive të larta të rrjedhës, rrymëshpejtuesit zakonisht ndërtohen prej betoni të armuar dhe formësohen në mënyrë që të zvogëlohet rreziku nga kavitacioni dhe erozioni.

3.6 BASENET QETËSUESE

3.6.1 Roli dhe funksioni i baseneve qetësuese

Baseni qetësues është strukturë hidraulike që vendoset në fund të rrymëshpejtuesit për të reduktuar energjinë e rrjedhës para se uji të kthehet në shtratin natyror.

Gjatë kalimit nëpër rrymëshpejtues, energjia potenciale e ujit shëndërrohet në energji kinetike, duke krijuar shpejtësi të larta të rrjedhës.

3.6.2 Kërcimi hidraulik

Kërcimi hidraulik paraqet kalimin e rrjedhës nga regjim superkritik në regjim nënkritik, i shoqëruar me rritje të menjëhershme të thellësisë së ujit dhe humbje të konsiderueshme të energjisë.

Ky fenomen është mekanizmi kryesor për zvogëlimin e energjisë në basenet qetësuese dhe ka rol të rëndësishëm në projektimin e sistemeve shkarkuese të digave.

Karakteristikat kryesore të kërcimit hidraulik janë:

- reduktimi i shpejtësisë së rrjedhës;
- rritja e thellësisë së ujit;
- zhvillimi i turbulencës intensive;
- humbja e një pjese të madhe të energjisë së rrjedhës
- zvogëlimi i potencialit eroziv të rrjedhës.

Pozicioni dhe stabiliteti i kërcimit hidraulik varen nga kushtet e rrjedhës dhe nga forma e basenit qetësues.

3.6.3 Llojet e baseneve qetësuese

Në praktikën hidroteknike përdoren lloje të ndryshme basenesh qetësuese, të cilat zgjidhen në varësi të karakteristikave të rrjedhës dhe kushteve të projektimit.

Llojet më të përdorura janë:

- basenet qetësuese të thjeshta;
- basenet me blloqe disipative;
- basenet me prag fundor;
- basenet me kombinim të elementeve disipative.

Përzgjedhja e tipit të basenit varet nga:

- prurja projektuese;
- numri i Froude-it;
- thellësia e rrjedhës;
- kushtet e bazamentit;
- kërkesat e sigurisë së objektit.

Në rastet me prurje të mëdha dhe shpejtësi të larta, përdoren basene me elemente shtesë, të cilat ndihmojnë në zvogëlimin më efektiv të energjisë së rrjedhës.

3.6.4 Kriteret e projektimit të basenit qetësues

Projektimi i basenit qetësues realizohet në bazë të parametrave hidraulikë të rrjedhës në dalje të rrymëshpejtuesit.

Parametrat kryesorë që merren në konsideratë janë:

- prurja projektuese;
- shpejtësia e rrjedhës;

- thellësia hyrëse e ujit;
- numri i Froude-it;
- thellësia pas kërcimit hidraulik;
- humbjet e energjisë.

Dimensionimi i duhur i basenit qetësues ndikon drejtpërdrejt në funksionimin e sistemit shkarkues dhe në mbrojtjen e zonës së poshtme nga erozioni.

3.7. PRAGU FUNDOR

3.7.1 Roli dhe funksioni i pragut fundor

Pragu fundor është një element hidraulik që vendoset në fund të basenit qetësues ose në pjesën përfundimtare të sistemit shkarkues. Funksioni i tij kryesor është stabilizimi i kërcimit hidraulik dhe zvogëlimi i energjisë së rrjedhës para daljes së ujit nga baseni qetësues.

Përmes krijimit të një pengese lokale në fund të kanalit, pragu fundor kontribuon në rritjen e thellësisë së ujit dhe në ruajtjen e pozicionit të kërcimit hidraulik brenda basenit qetësues.

Përdorimi i pragut fundor është veçanërisht i rëndësishëm në rastet kur shpejtësia e rrjedhës është e lartë dhe kërkohet kontroll më i mirë i kërcimit hidraulik.

3.7.2 Funksionet kryesore të pragut fundor

Pragu fundor kontribuon në kontrollin e rrjedhës në pjesën përfundimtare të sistemit shkarkues dhe ndihmon në funksionimin më efikas të basenit qetësues.

Funksionet kryesore të tij janë:

- stabilizimi i kërcimit hidraulik;
- zvogëlimi i energjisë së mbetur të rrjedhës;
- ulja e rrezikut nga erozioni;
- mbrojtja e fundit të kanalit dhe bazamentit;
- përmirësimi i kushteve të shkarkimit në rrjedhën pritëse.

Përdorimi i pragut fundor është i rëndësishëm kur rrjedha largohet nga baseni me energji ende të konsiderueshme.

3.7.3 Kriteret e dimensionimit të pragut fundor

Dimensionet e pragut fundor përcaktohen në bazë të:

- prurjes projektuese;
- thellësisë së rrjedhës;
- karakteristikave të kërcimit hidraulik;
- kushteve të bazamentit;
- shkallës së disipimit të kërkuar.

Lartësia dhe gjerësia e pragut duhet të mundësojnë funksionim të qëndrueshëm të rrjedhës, pa shkaktuar ngritje të tepërt të nivelit të ujit në pjesën e sipërme të sistemit.

3.8 Reduktimi i energjisë së rrjedhës

3.8.1 Rëndësia e reduktimit të energjisë

Një nga problemet kryesore në projektimin e sistemeve shkarkuese të digave është kontrollimi i energjisë së rrjedhës gjatë shkarkimit të prurjeve të mëdha. Uji që kalon përmes kapërderdhësit humb energji potenciale për shkak të ndryshimit të kuotave dhe e shndërron atë në energji kinetike, e cila manifestohet në formën e shpejtësive të larta të rrjedhës. Nëse kjo energji nuk reduktohet para se rrjedha të rikthehet në shtratin natyror, mund të paraqiten pasoja serioze si:

- erozioni i bazamentit;
- dëmtimi i strukturave hidroteknike;
- dëmtimi i brigjeve;
- gërryerja e shtratit të lumit;
- rrezikimi i sigurisë së objektit.

Për këtë arsye, zvogëlimi i energjisë së rrjedhës është një nga kriteret kryesore në projektimin e sistemeve shkarkuese. Në këtë punim ai realizohet përmes rrymëshpejtuesit, basenit qetësues dhe pragut fundor.

3.8.2 Energjia e rrjedhës

Energjia totale e rrjedhës përbëhet nga energjia potenciale, energjia kinetike dhe energjia e presionit. Gjatë kalimit të ujit nga rezervuari drejt pjesës së poshtme të digës, energjia potenciale zvogëlohet gradualisht dhe shndërrohet në energji kinetike, duke shkaktuar rritjen e shpejtësisë së rrjedhës. Në rrymëshpejtuesit e digave shpejtësia e ujit mund të arrijë vlera shumë të larta, prandaj kërkohet zvogëlim i kontrolluar i energjisë së rrjedhës për të parandaluar dëmtimet në strukturë dhe në mjedisin përreth.

3.8.3 Metodat e reduktimit të energjisë

Në praktikën hidroteknike përdoren metoda të ndryshme për reduktimin e energjisë së rrjedhës. Metodat më të përdorura janë:

- reduktimi përmes kërcimit hidraulik;
- reduktimi në basene qetësuese;
- reduktimi me pragje fundore;
- reduktimi përmes kaskadave dhe shkallëzimeve.

Përzgjedhja e metodës varet nga:

- prurja projektuese;
- kushtet topografike;
- kushtet gjeologjike;
- diferenca e niveleve;
- karakteristikat e rrjedhës.

Në shumicën e rasteve përdoret kombinimi i disa elementeve për të reduktuar energjinë e rrjedhës dhe për të mbrojtur zonën e poshtme të objektit.

3.8.4 Eruzioni nga kavitues dhe ndikimi i tij në strukturat hidraulike

Eruzioni kavitues paraqet një fenomen hidraulik që ndodh kur presioni lokal i ujit bie nën presionin e avullimit, duke shkaktuar formimin e fluskave të avullit.

Kur këto flluska shpërthejnë në zona me presion më të lartë, krijohen goditje lokale me intensitet të madh, të cilat mund të shkaktojnë dëmtime serioze në sipërfaqet e betonit.

Pasojat kryesore të kavitacionit janë:

- gërryerja e sipërfaqes së betonit;
- dëmtimi i veshjeve mbrojtëse;
- shkurtimi i jetëgjatësisë së strukturës
- rritja e kostove të mirëmbajtjes.

Për të zvogëluar rrezikun e kavitacionit, sipërfaqet e rrymëshpejtuesve dhe elementeve të tjera të sistemit shkarkues duhet të jenë të lëmuara dhe të formësuara në mënyrë të rregullt.

3.8.5 Mbrojtja nga erozioni

Edhe pas kalimit nëpër sistemin shkarkues, rrjedha ruan një pjesë të energjisë së saj në zonën e daljes nga objekti.

Për këtë arsye zakonisht parashihen masa shtesë mbrojtëse si:

- veshje betoni;
- gurë mbrojtës (rip-rap);
- gabione;
- pragje mbrojtëse;
- përforcime të brigjeve.

Qëllimi i këtyre masave është të sigurojnë stabilitet afatgjatë të shtratit dhe të parandalojnë proceset erozive në zonën e poshtme të digës.

KAPITULLI IV

4.0.ANALIZA HIDROLOGJIKE DHE PËRCAKTIMI I PRURJES PROJEKTUESE

4.1 Analiza hidrologjike dhe përcaktimi i prurjes projektuese

Projektimi dhe verifikimi i kapacitetit të kapërderdhësit kërkon përcaktimin e prurjes projektuese që mund të paraqitet gjatë ngjarjeve ekstreme hidrologjike. Për këtë arsye është realizuar analiza hidrologjike e pellgut ujëmbledhës të rezervuarit të Radoniqit me qëllim vlerësimin e prurjeve hyrëse dhe përcaktimin e prurjes meritorë për analizën e sigurtisë së digës. Analiza është bazuar në karakteristikat fiziko-gjeografike të pellgut ujëmbledhës, të dhënat klimatike dhe hidrologjike të disponueshme, si dhe në metoda statistikore dhe empirike për vlerësimin e prurjeve ekstreme. Janë shqyrtuar prurje me periudha të ndryshme përsëritjeje, ndërsa si skenar ekstrem është konsideruar Përmbytja Maksimale e Mundshme (PMF).

4.2 Karakteristikat kryesore të Digës së Radoniqit

Diga e Radoniqit është digë me mbushje guri dhe bërthamë argjilore qendrore. Karakteristikat teknike kryesore të saj janë paraqitur në Kapitullin II, ndërsa në këtë kapitull ato përdoren si të dhëna hyrëse për analizën hidrologjike dhe hidraulike të sistemit shkarkues.

Rezervuari shfrytëzohet për furnizim me ujë të pijshëm, ujitje dhe nevoja industriale. Sistemi përbëhet nga rezervuari, kapërderdhësi, objekti i marrjes së ujit, shkarkuesit fundorë dhe objektet ndihmëse të monitorimit dhe operimit.

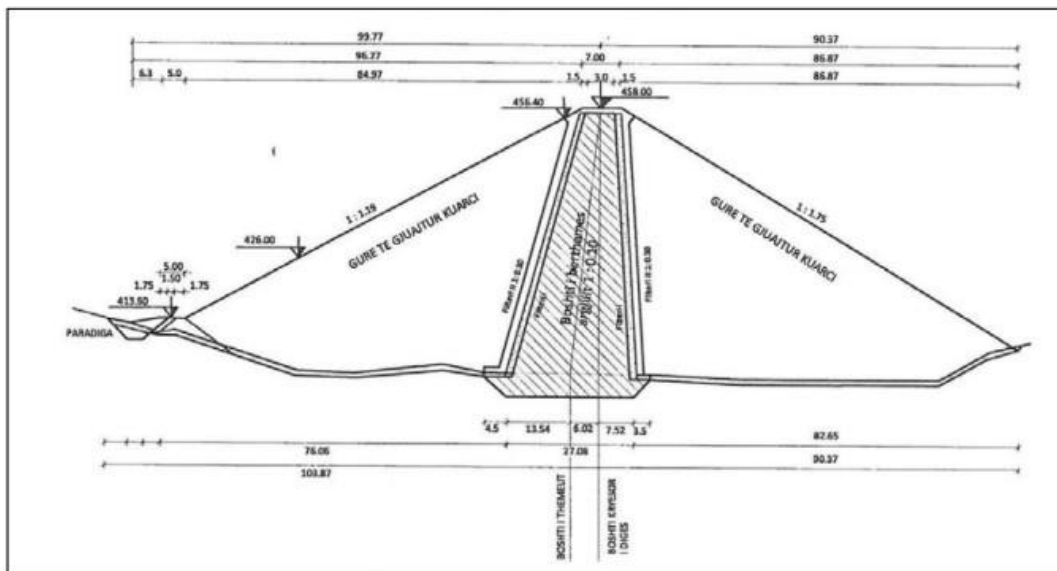


Figura 4.1. Prerja karakteristike e Digës së Radoniqit.

4.3 Analiza hidrologjike dhe hidraulike

Studimet dhe raportet e mëparshme kanë treguar nevojën për analiza më të detajuara të vërshimeve në kuadër të vlerësimit të sigurisë së kapërderdhësit të Digës së Radoniqit.

Projektimi fillestar i kapërderdhësit është bazuar në prurjen projektuese me periudhë përsëritjeje 1000-vjeçare, e cila korrespondon me një probabilitet vjetor tejkalimi prej 0.1%.

Sipas standardeve britanike për sigurinë e digave, Diga e Radoniqit klasifikohet si digë e kategorisë A, që nënkupton se një dështim i mundshëm i saj mund të shkaktojë humbje të jetëve njerëzore dhe dëme të konsiderueshme materiale në zonat e banuara në rrjedhën e poshtme.

Për këtë arsye, sipas praktikave bashkëkohore të projektimit, siguria hidraulike e digës duhet të verifikohet për ngjarje shumë të rralla, si prurja me periudhë përsëritjeje 10 000-vjeçare dhe Përmbytja Maksimale e Mundshme (PMF).

Në këtë studim, Përmbytja Maksimale e Mundshme (PMF) është vlerësuar në në anën e sigurisë si afërsisht dyfishi i prurjes me periudhë përsëritjeje 10 000-vjeçare ($2 \cdot Q_{10000}$).

4.3.1 Pellgu ujëmbledhës, sistemi lumor dhe analiza e të dhënave hidrologjike

Një nga stacionet më të rëndësishme hidrometrike në rajon është stacioni për matjen e prurjeve në lumin Bistrica e Deçanit, i vendosur në Deçan. Ky stacion ka qenë historikisht burimi kryesor

për matjen dhe monitorimin e prurjeve në lumin Bistrica e Deçanit dhe do të vazhdojë të shërbejë si pikë referuese për analizat hidrologjike në këtë pellg.

Për analizat hidrologjike janë siguruar 26 vite të dhëna të vazhdueshme mujore (1961–1986) nga katër stacione kryesore hidrometrike në sistemin lumor të Drinit të Bardhë: Bistrica e Deçanit në Deçan, Bistrica e Pejës në Drelaj, Bistrica e Pejës në Grykë dhe Drini i Bardhë në Kepuz. Pjesa më e madhe e këtyre të dhënave është siguruar nga vjetarët hidrologjikë të Institutit Hidrometeorologjik të Kosovës.

Fillimisht është konsideruar se ekzistonte një seri prej 34 vitesh të të dhënave hidrologjike. Megjithatë, analiza më e detajuar tregoi se kjo seri përfaqësonte vlera mesatare shumëvjeçare të prurjeve dhe jo prurjet maksimale vjetore.

Meqenëse prurjet e mëdha dhe vërshimet paraqesin ngjarje ekstreme me karakter të rastësishëm, vlerësimi i tyre nuk mund të bazohet në vlerat mesatare shumëvjeçare. Për këtë arsye, përcaktimi i prurjeve projektuese është mbështetur në analizën statistikore të serive të prurjeve maksimale. Megjithëse seria e të dhënave përfundon në vitin 1986, ajo paraqet një bazë të vlefshme për analizat hidro-statistikore të paraqitura në këtë punim. Mungesat e evidentuara në regjistrime janë plotësuar dhe verifikuar me metoda statistikore të përshtatshme, me qëllim rritjen e besueshmërisë së analizës.

Të dhënat e reshjeve nga stacionet meteorologjike tregojnë se reshjet mesatare vjetore në pellgun e Drinit të Bardhë janë rreth 927 mm/vit. Në zonën e Gjakovës, reshjet mesatare vjetore arrijnë afërsisht 982 mm/vit, duke treguar një potencial të konsiderueshëm për formimin e rrjedhjeve sipërfaqësore dhe prurjeve vërshuese.

Në pellgun ujëmbledhës të Bistricës së Deçanit, regjimi i prurjeve ndikohet dukshëm nga shkrirja e borës gjatë muajve mars, prill dhe maj. Gjatë kësaj periudhe regjistrohen prurjet më të larta si rezultat i kombinimit të reshjeve pranverore dhe shkrirjes së dëborës në zonat malore. Në muajt korrik, gusht dhe shtator vërehet një rënie e ndjeshme e prurjeve. Gjatë kësaj periudhe rrjedha mbështetet kryesisht nga ujërat nëntokësore dhe burimet natyrore, ndërsa ndikimi i reshjeve është më i kufizuar. Kjo periudhë përkon gjithashtu me sezonin kryesor të ujitjes, duke e bërë menaxhimin e rezervuarit veçanërisht të rëndësishëm për sigurimin e furnizimit me ujë.

4.4 Të dhënat hidrologjike dhe stacionet matëse

Për realizimin e analizës hidrologjike janë përdorur të dhënat nga stacionet kryesore hidrometrike të pellgut të Drinit të Bardhë.

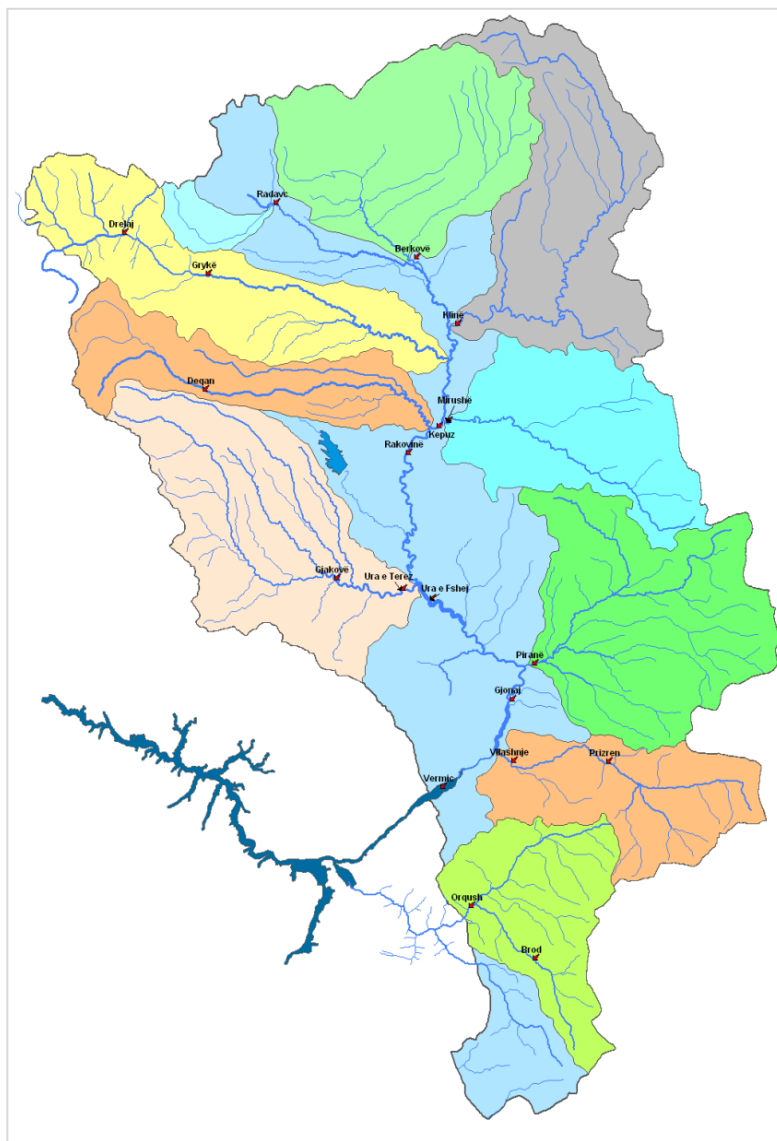


Figura 4.2. Stacionet hidrometrike ekzistuese dhe ato jashtë funksionit

Pavarësisht se regjistrimet hidrologjike përfundojnë në vitin 1986, periudha e analizuar konsiderohet e mjaftueshme për vlerësimin e karakteristikave kryesore hidrologjike të pellgut. Seritë mujore ofrojnë një bazë statistikore më të qëndrueshme krahasuar me seritë ditore dhe

mundësojnë vlerësim më të besueshëm të disponueshmërisë së burimeve ujore dhe të prurjeve ekstreme. Për këtë arsye, në analizat e mëtejshme janë përdorur si burim kryesor për përcaktimin e parametrave hidrologjikë dhe për zhvillimin e modeleve statistikore të prurjeve projektuese.

Tabela 4.1. Të dhënat e disponueshme për prurjet ditore

Station	1st year	Before	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Radavcë	1952																											
Drelaj	1957																											
Grykë	1963																											
Deçan	1952																											
Berkovë	1975																											
Klinë	1957																											
Mirushë	1979																											
Kpuzaj	1969																											
Gjakova	1957																											
Ura e Terezive	1954																											
Piranë	1966																											
Zoiq	1957																											
Brod	1962																											
Kpuzë	1952																											
Krajk	1980																											
Gjonaj	1967																											
Vërmico	1949																											
Ura e Shenjtë	1949																											
Prizren	1951																											
Orqusha	1963																											

Légende :

	Complet year available
	Incomplet year
	Missing data

Tabela 4.2. Të dhënat e disponueshme për prurjet mujore.

Station	1st year	Before	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Radavcë	1952																																				
Drelaj	1957																																				
Grykë (Pejë)	1963																																				
Deçan	1952																																				
Berkovë	1975																																				
Klinë	1957																																				
Mirushë	1979																																				
Kpuzaj	1969																																				
Gjakovë	1957																																				
Ura e Terezive	1954																																				
Piranë	1966																																				
Zoiq	1957																																				
Brod	1962																																				
Kpuzë	1952																																				
Krajë	1980																																				
Gjonaj	1967																																				
Vërmico	1949																																				
Ura e Shënjtë	1949																																				
Prizren	1951																																				
Orqusha	1963																																				

Légende :
 Complet year available
 Data from Master Plan, to be validated
 Missing data

Duke kombinuar të dhënat nga Master Plani dhe Vjetarët Hidrologjikë, janë rindërtuar seri mujore të prurjeve për periudhën 1952–1986. Këto seri të dhënash mbulojnë një periudhë dukshëm më të gjatë krahasuar me seritë e prurjeve ditore dhe ofrojnë një bazë më të përshtatshme për analizat statistikore dhe vlerësimin e disponueshmërisë së burimeve ujore.

Seritë mujore të rindërtuara janë përdorur për vlerësimin e karakteristikave hidrologjike të pellgut dhe për analizat probabilistike të nevojshme në përcaktimin e prurjeve projektuese dhe verifikimin e sigurisë së sistemit shkarkues të Digës së Radoniqit.

4.5 Analiza hidraulike e kanalit furnizues

Përveç prurjeve që formohen në pellgun direkt ujëmbledhës të rezervuarit të Radoniqit, një komponent i rëndësishëm i furnizimit me ujë është edhe kanali derivues që transferon ujërat nga lumi Bistrica e Deçanit drejt akumulacionit.

Karakteristikat konstruktive të objektit derivues dhe të kanalit furnizues janë paraqitur në Kapitullin 2. Në këtë pjesë paraqiten analizat hidraulike të kryera për vlerësimin e kapacitetit maksimal transmetues të kanalit.

Për funksionimin dhe monitorimin e saktë të sistemit furnizues konsiderohet e nevojshme vendosja e një shkalle matëse pranë veprës devijuese, me qëllim përcaktimin më të saktë të prurjeve të devijuara drejt rezervuarit.

Për të vlerësuar kapacitetin maksimal të kanalit janë kryer llogaritje hidraulike dhe është përcaktuar marrëdhënia ndërmjet nivelit të ujit dhe prurjes në kanal. Analiza është realizuar për segmentin fillestar të kanalit, në një gjatësi prej rreth 206 m nga pika e devijimit.

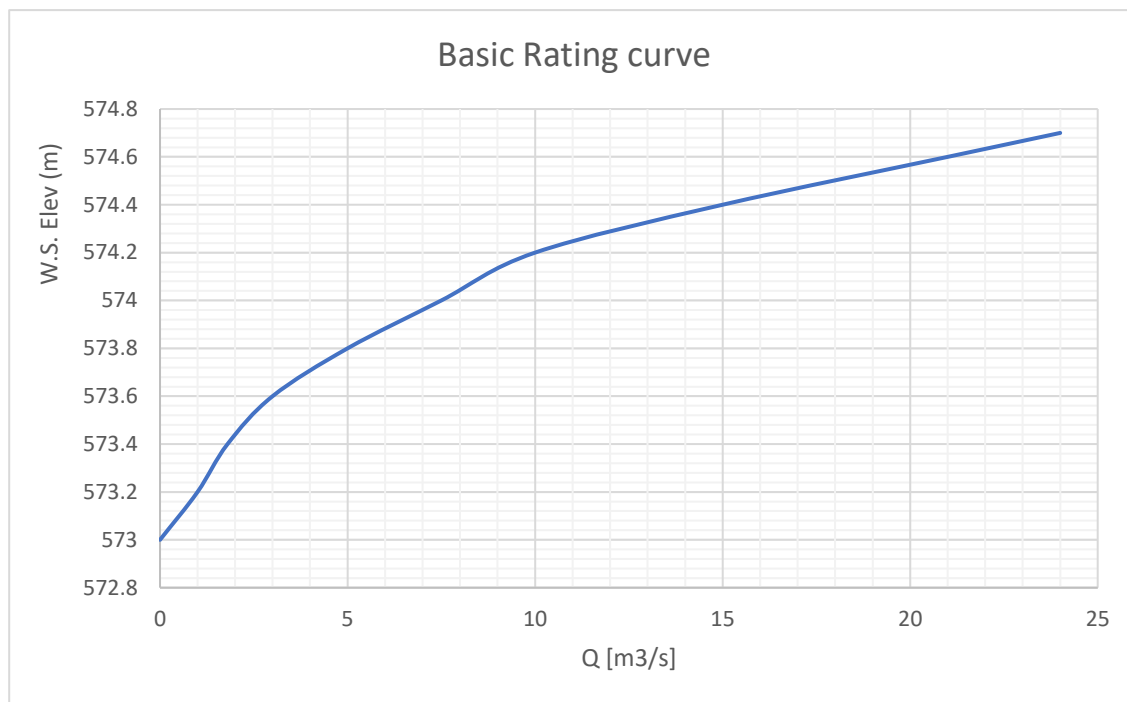


Figura 4.3. Kurba karakteristike nivel–prurje në hyrje të kanalit furnizues

Kanali furnizues ka kryesisht prerje tërthore drejtkëndore. Për analizën hidraulike është përvetësuar koeficienti i ashpërsisë së Manning-ut $n=0.015$ (beton me sipërfaqe të lëmuar dhe ashpërsi ekuivalente $K_s=3.5$ mm).

Në bazë të parametrave gjeometrikë dhe hidraulikë të kanalit është përcaktuar profili i rrjedhës dhe kurba karakteristike nivel–prurje. Për seksionin me gjerësi 5.0 m dhe thellësi rrjedhjeje 1.0 m, sipërfaqja e lagur rezulton: $A = 5.0 \times 1.0 = 5.0 \text{ m}^2$

Perimetri i lagur i kanalit është: $P=5+2 \times 1,0=7\text{m}$. Rrezja hidraulike rezulton:

$$R = A/P = \frac{5 \times 1,0}{7} = 0.7142 \text{ m.}$$

Shpejtësia e rrjedhës përcaktohet me ekuacionin e Manning-ut, duke përvetësuar koeficientin e ashpërsisë $n=0.015$ dhe pjerrësinë mesatare të shtratit të kanalit $n=0.015$ ndërsa pjerrësia mesatare e shtratit të kanalit është $10.0 \text{ m/km} = 1.00\% = 0.010$. Nga kjo rrjedh:

$$v = \frac{R^{2/3} \sqrt{S}}{n} \quad (1)$$

dhe

$$Q = A * v \quad (2)$$

Në bazë të parametrave gjeometrikë dhe hidraulikë të kanalit është përcaktuar profili i rrjedhës dhe kurba karakteristike nivel–prurje. Rezultatet e analizës tregojnë se kapaciteti teorik i kanalit është pak më i lartë se kapaciteti praktik i operimit. Megjithatë, për arsye sigurie hidraulike dhe duke marrë parasysh kushtet reale të funksionimit në veprën e devijimit, humbjet lokale të energjisë, depozitimin e sedimenteve dhe kufizimet gjeometrike të seksionit hyrës, si kapacitet maksimal operativ i kanalit është përvetësuar vlera $Q = 24 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ky rezultat tregon se gjatë paraqitjes së prurjeve të mëdha në lumin Bistrica e Deçanit, kanali derivues arrin shpejt kufirin e tij hidraulik dhe drejt rezervuarit të Radoniqit mund të transmetohet një prurje maksimale prej rreth $24 \text{ m}^3/\text{s}$. Për këtë arsye, në analizat e mëvonshme hidrologjike dhe në modelimin e rezervuarit, prurja e kanalit është kufizuar në këtë vlerë.

4.6 Vlerësimi i prurjeve maksimale ekstreme që hyjnë në rezervuarin e Radoniqit

Një vlerësim gjithëpërfshirës i kapacitetit të kapërderdhësit të rezervuarit të Radoniqit kërkon përcaktimin e prurjes projektuese që duhet të përballojë sistemi shkarkues. Sipas raporteve të mëhershme, prurja projektuese është konsideruar të jetë 0.5 PMF (Gjysma e Përmbytjes Maksimale të Mundshme).

Prurjet që hyjnë në rezervuar gjatë ngjarjeve ekstreme mund të vijnë nga dy burime kryesore:

a) Prurjet ekstreme në lumin Bistrica e Deçanit, të cilat transmetohen drejt rezervuarit përmes

kanalit furnizues.

b) Rrjedhja sipërfaqësore direkte nga pellgu ujëmbledhës përreth rezervuarit.

Sipas praktikës së zakonshme hidrologjike, Përmbytja Maksimale e Mundshme (PMF) konsiderohet afërsisht sa dyfishi i prurjes kulmore me periudhë përsëritjeje 10 000-vjeçare.

4.6.1 Pellgu ujëmbledhës i rezervuarit të Radoniqit

Për shkak se prurjet në rezervuar ndikohen nga rregullimi hidroteknik i sistemit, një nga qasjet më të përshtatshme për vlerësimin e prurjeve ekstreme në rezervuarin e Radoniqit është përdorimi i modelit reshje–rrjedhje. Për zbatimin e kësaj metode nevojiten të dhëna mbi reshjet maksimale ditore, me qëllim ndërtimin e kurbave Intensitet–Kohëzgjatje–Frekuencë (IKF). Megjithatë, për pellgun në shqyrtim nuk kanë qenë të disponueshme seri të plota të këtyre të dhënave.

Gjatë analizës u konstatua se ekziston një përputhshmëri shumë e lartë ndërmjet prurjeve të stacionit hidrometrik në Grykë të Bistricës së Pejës dhe atij në Deçan të Bistricës së Deçanit. Ky rezultat është i pritshëm, pasi të dy pellgjet janë fqinjë dhe i përkasin të njëjtit sistem hidrografik të Drinit të Bardhë.

Në praktikën hidrologjike dhe meteorologjike, të dhënat nga stacione me karakteristika të ngjashme përdoren shpesh për verifikimin dhe plotësimin e serive kohore kur mungojnë matje të drejtpërdrejta.

Analiza statistikore tregoi një shkallë të lartë përputhshmërie ndërmjet prurjeve të Bistricës së Pejës dhe Bistricës së Deçanit, me koeficient korelacioni:

$$r = 0.87$$

Në përgjithësi, kur koeficienti i korelacionit ndërmjet dy stacioneve është më i madh se 0.80, mund të përdoren ekuacione regresive për plotësimin e boshllëqeve në seritë kohore të të dhënave.

Për rastin konkret është përdorur ekuacioni regresiv:

$$Q_{Gryke} = 1.352 \times Q_{Dec.} + 0.41 \quad (3)$$

Nga analiza e mësipërme mund të konkludohet se edhe reshjet atmosferike ndërmjet këtyre dy pellgjeve kanë një shkallë shumë të lartë përputhshmërie statistikore ($r > 0.90$).

Për stacionin meteorologjik të Pejës janë të disponueshme kurbat e lidhjes ndërmjet intensitetit të reshjeve, kohëzgjatjes së tyre dhe periudhës së përsëritjes, si dhe vlerat maksimale të reshjeve për kohëzgjatje dhe periudha të ndryshme përsëritjeje (Instituti Jaroslav Černi, 1982).

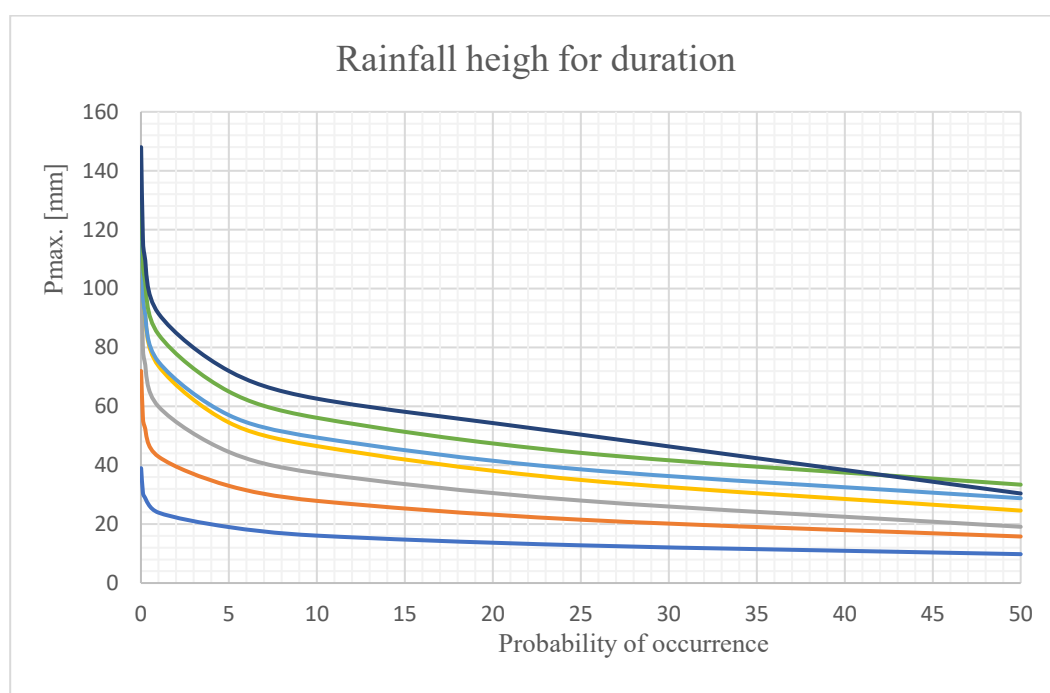


Figura 4.4. Kurbat Intensitet–Kohëzgjatje–Frekuencë (IKF) për stacionin e Pejës

Nga analiza e kurbave IKF vërehet se lartësia e reshjeve rritet me rritjen e periudhës së përsëritjes dhe zvogëlohet me rritjen e kohëzgjatjes së reshjes. Vlerat më të larta paraqiten për ngjarjet me probabilitet shumë të ulët tejkallimi, të cilat përfaqësojnë kushtet më kritike për formimin e prurjeve të mëdha në pellgun ujëmbledhës. Këto të dhëna janë përdorur si bazë për përcaktimin e reshjes projektuese dhe për ndërtimin e hidrogrameve të përdorura në analizën hidrologjike të rezervuarit të Radoniqit.

4.6.2. Modeli reshje–rrjedhje sipas metodës SCS

Për vlerësimin e prurjeve hyrëse në rezervuarin e Radoniqit është përdorur metoda reshje–rrjedhje e Shërbimit për Ruajtjen e Tokës (SCS). Kjo metodë përdoret gjerësisht në analizat hidrologjike për vlerësimin e transformimit të reshjeve në rrjedhje sipërfaqësore dhe për përcaktimin e hidrogrameve projektuese.

Metoda bazohet në përcaktimin e koeficientit CN, i cili përfaqëson karakteristikat hidrologjike të pellgut ujëmbledhës dhe varet nga përdorimi i tokës, lloji i tokës dhe kushtet paraprake të lagështisë. Pellgu direkt ujëmbledhës i rezervuarit të Radoniqit ka një sipërfaqe prej rreth 28 km² dhe është analizuar në bazë të karakteristikave të përdorimit të tokës dhe grupeve hidrologjike të tokës.

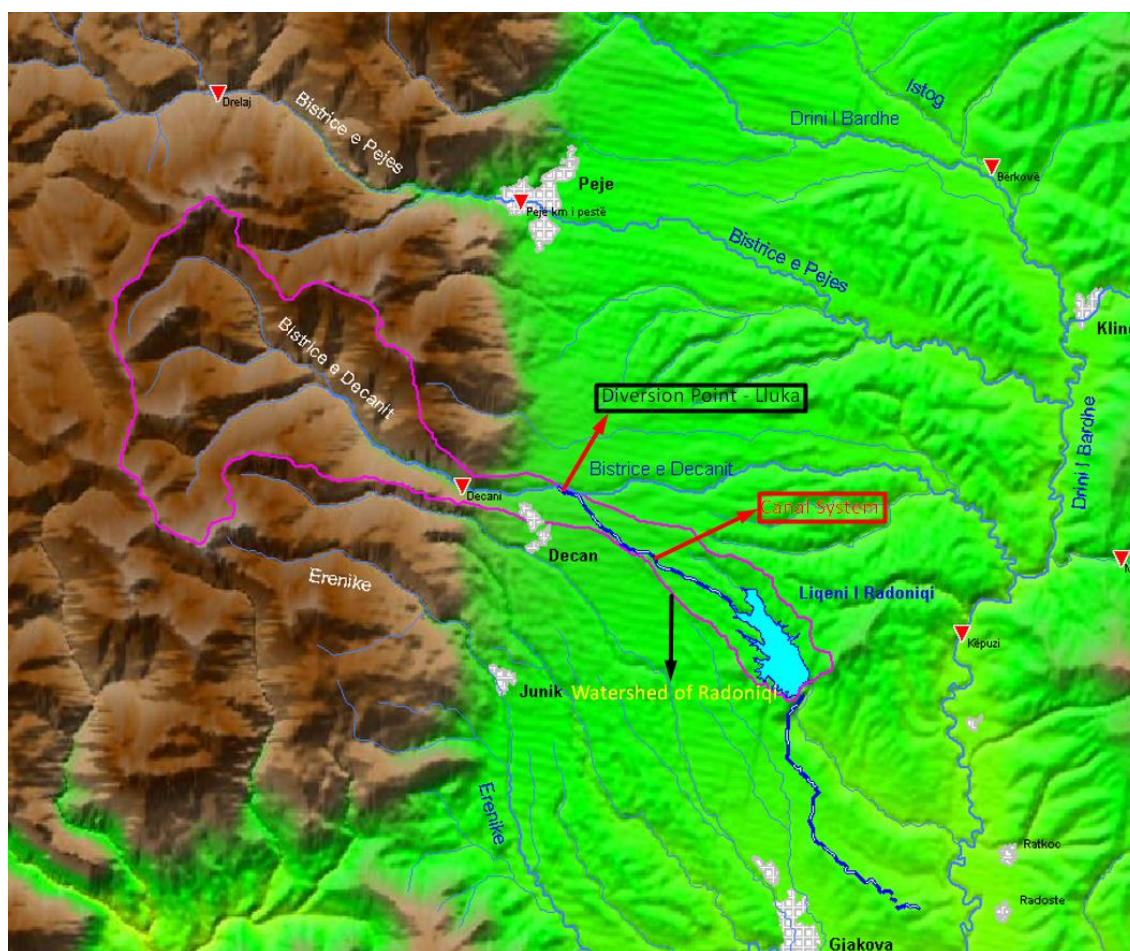


Figura 4.5. Pellgu ujëmbledhës i rezervuarit të Radoniqit

Për vlerësimin e rrjedhjes sipërfaqësore është përdorur metoda SCS-CN. Kapaciteti potencial i mbajtjes së ujit përcaktohet nga shprehja:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

ku:

S – kapaciteti potencial i mbajtjes së ujit (mm)

CN – numri i kurbës

Për vlerën

$$CN = 73.76$$

rezulton:

$$S = 90.3 \text{ mm}$$

Humbja fillestare sipas metodës SCS merret:

$$I_a = 0.2S = 18.08 \text{ mm}$$

Për të vlerësuar edhe skenarin më konservativ të mundshëm është analizuar gjithashtu rasti teorik me vlerën:

$$CN = 100$$

Ky skenar përfaqëson kushtet kur praktikisht e gjithë reshja shndërrohet në rrjedhje sipërfaqësore, pa humbje nga infiltrimi dhe mbajtja në sipërfaqe.

Në bazë të vlerës së përvetësuar të koeficientit CN, sipas metodës SCS përcaktohet kapaciteti potencial i mbajtjes së ujit në pellg, i cili përfaqëson sasinë maksimale të ujit që mund të ruhet përmes infiltrimit, depozitimit sipërfaqësor dhe proceseve të tjera hidrologjike. Ky parametër shërben si bazë për llogaritjen e reshjes efektive dhe të rrjedhjes së drejtpërdrejtë nga pellgu ujëmbledhës. Sipas metodës SCS, kapaciteti potencial i mbajtjes së ujit në pellg përcaktohet nga shprehja:

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \quad [mm] \quad (7)$$

ku:

S – kapaciteti potencial i mbajtjes së ujit në pellg;

CN – numri karakteristik i kurbës.

Reshja efektive, e cila kontribuon drejtpërdrejt në formimin e rrjedhjes sipërfaqësore, përcaktohet nga ekuacioni:

$$P_e = \frac{(P-I_a)^2}{P-I_a+S} \quad (8)$$

ku:

Pe – reshja efektive ;

P – reshja totale ;

Ia – humbja fillestare ;

S – kapaciteti potencial i mbajtjes së ujit në pellg

Duke përdorur vlerën mesatare të koeficientit CN = 73.76 dhe reshjet projektuese të përcaktuara nga kurbat IKF, është realizuar modelimi reshje–rrjedhje për pellgun ujëmbledhës të rezervuarit të Radoniqit. Rezultatet e modelimit janë përdorur për ndërtimin e hidrogrameve projektuese dhe për vlerësimin e prurjeve hyrëse në rezervuar.

4.6.3 Përcaktimi i hidrogrameve të prurjeve nga pellgu ujëmbledhës

Në bazë të karakteristikave hidrologjike të pellgut dhe reshjeve projektuese të përcaktuara nga kurbat IKF, është kryer modelimi reshje–rrjedhje për

përcaktimin e hidrogrameve të prurjeve hyrëse në rezervuarin e Radoniqit.

Rezultatet e fituara shërbejnë si bazë për vlerësimin e prurjeve projektuese dhe paraqiten në figurat në vijim.

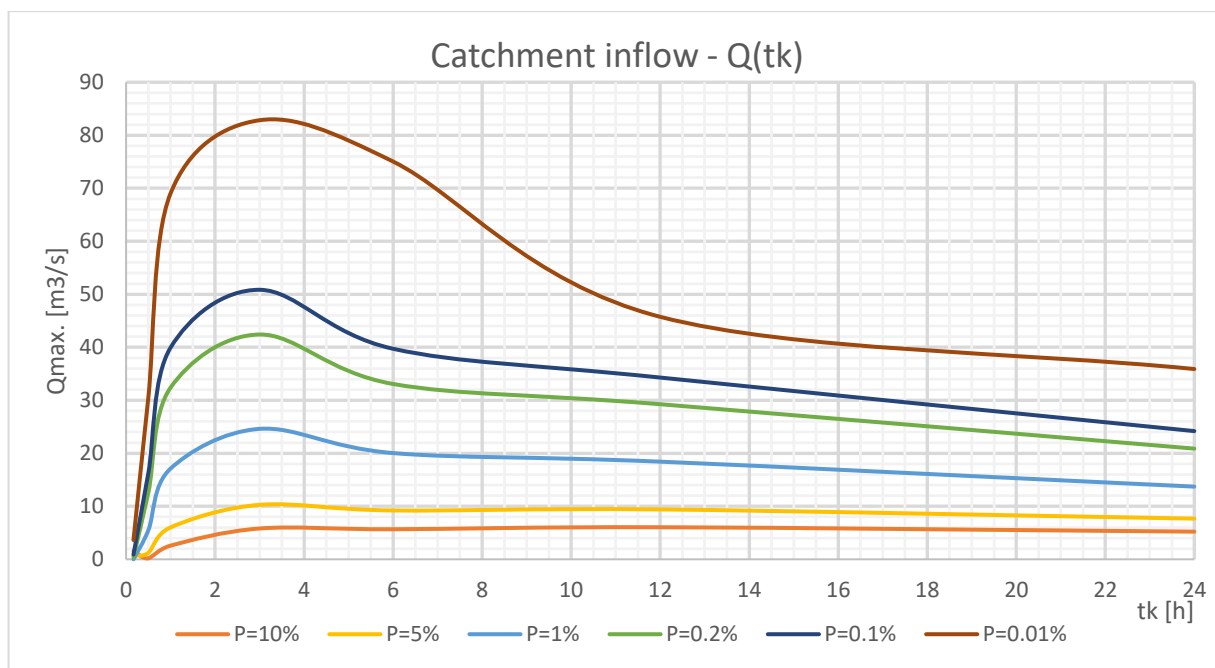


Figura 4.6. Hidrogrami i prurjeve hyrëse nga pellgu ujëmbledhës për CN = 73.76

Nga rezultatet e modelimit vërehet se prurjet kulmore rriten me rritjen e periudhës së përsëritjes së reshjeve. Prurja më e madhe është regjistruar për ngjarjen me probabilitet 0.01%, ndërsa prurjet me probabilitet më të lartë paraqesin vlera dukshëm më të ulëta. Këto rezultate paraqesin kushtet reale të sjelljes hidrologjike të pellgut ujëmbledhës të rezervuarit të Radoniqit.

4.7. Analiza e prurjeve ekstreme

Për vlerësimin e sigurtisë hidraulike të Digës së Radoniqit është e nevojshme të analizohen prurjet ekstreme që mund të paraqiten në pellgun ujëmbledhës. Këto prurje përfaqësojnë ngjarje me probabilitet shumë të ulët paraqitjeje, por me pasoja potencialisht të mëdha për funksionimin e sigurt të digës dhe kapërderdhësit.

Në kuadër të këtij studimi janë analizuar prurjet maksimale për periudha të ndryshme përsëritjeje, duke përfshirë ngjarjet me periudhë kthimi 100-vjeçare, 1000-vjeçare dhe 10 000-vjeçare. Përveç tyre është vlerësuar edhe Përmbytja Maksimale e Mundshme (PMF), e cila përfaqëson skenarin më ekstrem hidrologjik të konsideruar në analizë.

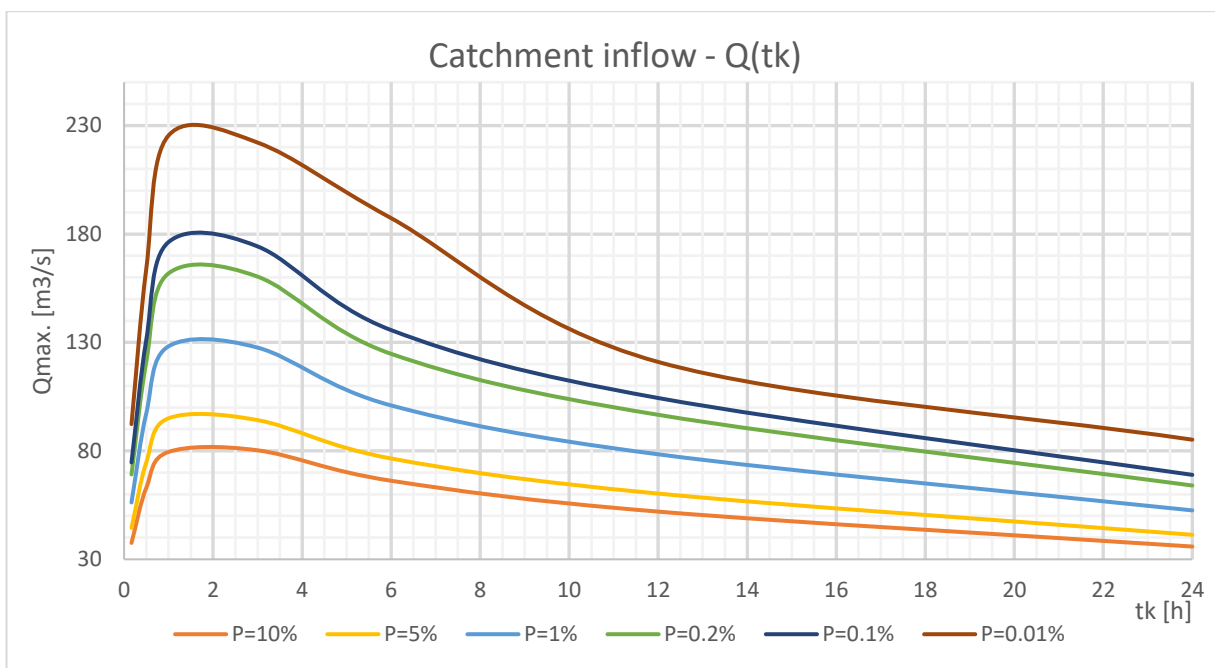


Figura 4.7. Hidrogramet e prurjeve hyrëse për skenarin konservativ (CN = 100)

Për të vlerësuar një skenar ekstrem, është analizuar edhe rasti me CN = 100. Ky supozim nënkupton që pothuajse e gjithë reshja kontribuon në formimin e rrjedhjes sipërfaqësore. Prandaj, prurjet e fituara paraqesin vlerat maksimale teorike që mund të paraqiten në pellgun ujëmbledhës të rezervuarit të Radoniqit.

4.8 Përmbytja Maksimale e Mundshme (PMF)

4.8.1 Vlerësimi empirik i PMF

Kriteri i Përmbytjes Maksimale të Mundshme (PMF) përfaqëson një qasje konservative për vlerësimin e prurjeve ekstreme, duke marrë në konsideratë edhe ndikimet e mundshme të ndryshimeve klimatike. Për këtë arsye janë përdorur metoda empirike të cilat bazohen në sipërfaqen e pellgut ujëmbledhës dhe periudhën e përsëritjes së ngjarjes.

Një nga metodat e përdorura është formula e modifikuar e Fuller-it. Meqenëse analiza ka të bëjë me prurje ekstreme, është marrë periudha e përsëritjes 10 000-vjeçare dhe koeficienti i rrjedhjes është konsideruar i barabartë me 1.0. Kjo është e barasvlershme me rastin CN = 100, kur e gjithë sasia e reshjeve që bie në pellgun ujëmbledhës shndërrohet në rrjedhje sipërfaqësore.

$$Q = C * A^{-0.8} * (1 + 0.8 * \log T) * (1 + 2.67 * A^{-0.3}) \quad (9)$$

ku:

A – sipërfaqja e pellgut ujëmbledhës [km²]

C – koeficienti i përmbytjes

T – periudha e përsëritjes [vite]

Në analizat hidrologjike për përcaktimin e prurjeve kulmore rekomandohet gjithashtu përdorimi i metodës së koeficientit rajonal të Creager-it. Hidrologu amerikan Creager (1941) kjo paraqet shprehjen e dytë empirike të përmendur më sipër. Hidrologu amerikan Creager, në vitin 1941, propozoi lidhjen e mëposhtme:.

Creager, në vitin 1941, propozoi lidhjen e mëposhtme:.

$$Q = C * 1.303 * \left[\frac{A}{2.588} \right]^B \quad (10)$$

Ku:

Q – prurja kulmore hyrëse [m³/s],

C – koeficienti i aplikuar i Creager-it, i cili zakonisht merr vlera ndërmjet 30 dhe 100 (në Shtetet e Bashkuara të Amerikës dhe në Evropë) dhe varet nga periudha e përsëritjes, pra C=f(T).

$$B = 0.936 / A^{0.048} \quad (10a)$$

Kur merren parasysh vetëm prurjet nga pellgu ujëmbledhës, duke përjashtuar prurjet nga kanali furnizues, nga këto shprehje përfitohen vlerat e mëposhtme:

Formula e Fuller-it jep vlerën Q=119.73 m³/s, ndërsa sipas formulës së Creager-it. Q_{PMF}=435.35 m³/s ; Q₁₀₀₀₀=217.7 m³/s.

Bazuar në raportet e mëhershme të hartuara për këtë zonë, të cilat vlerësojnë prurjet ekstreme në intervalin prej 40 deri në 150 m³/s, është përzgjedhur si prurje meritore vlera e përftuar sipas formulës së Fuller-it **119.73 m³/s**., Kësaj prurjeje, e cila krijohet nga vetë pellgu

ujëmbledhës si rezultat i reshjeve ekstreme, i shtohet edhe prurja maksimale e mundshme nga kanali furnizues, i cili sjell ujë nga lumi Bistrica e Deçanit. Në këtë mënyrë, Përmbytja Maksimale e Mundshme për pellgun në shqyrtim rezulton të jetë: Prurja maksimale = Prurja nga kanali furnizues + Prurja maksimale nga pellgu ujëmbledhës $Q_{max}=Q_{kanal}+Q_{pellg(max)}$; $Q_{max}= 24 + 119.73 = 143.73 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ku :

$Q = 143.73 \text{ m}^3/\text{s}$ → prurja projektuese për dimensionim / skenari i sigurisë praktike;

Paraqitja e kësaj prurjeje në formën e hidrograme është dhënë në figurën vijuese.

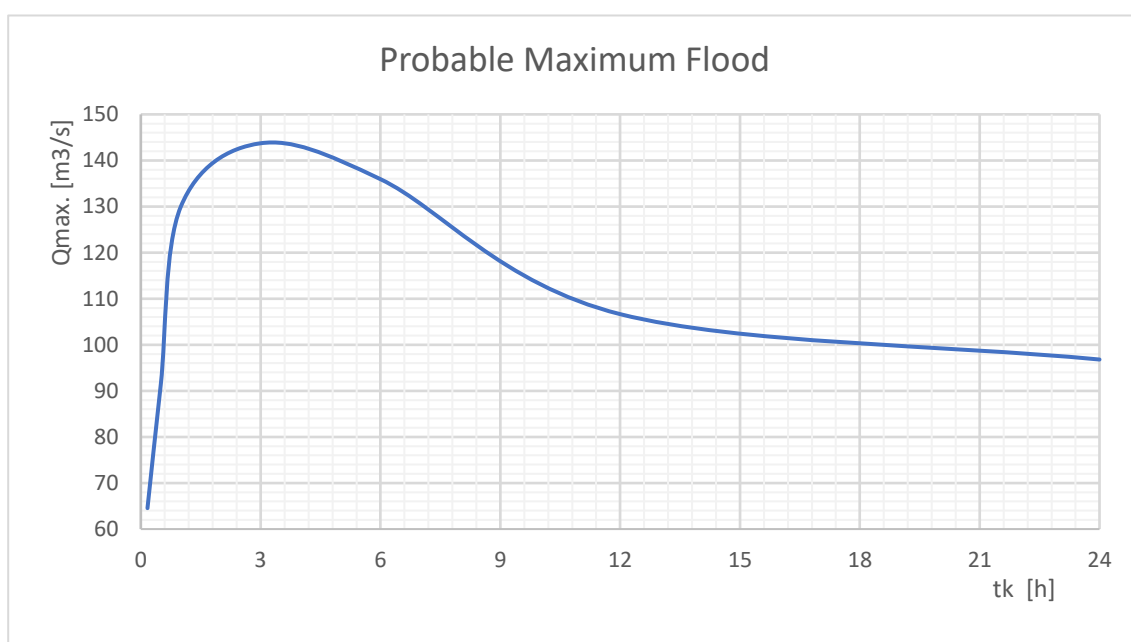


Figura 4.8. Hidrogrami i prurjes totale hyrëse në rezervuarin e Radoniqit ($Q_{max} = 143.73 \text{ m}^3/\text{s}$)

4.8.2 Përmbytja Maksimale e Mundshme sipas standardeve britanike

Sipas standardeve britanike për sigurinë e digave, Diga e Radoniqit klasifikohet si digë e Kategorisë A. Për këtë kategori kërkohet që siguria hidraulike e digës dhe Figura 4.8 paraqet hidrogramin e prurjes totale hyrëse në rezervuarin e Radoniqit, i përfituar nga kombinimi i prurjes maksimale të vlerësuar nga pellgu ujëmbledhës dhe prurjes së mundshme nga kanali furnizues. Prurja kulmore arrin vlerën $143.73 \text{ m}^3/\text{s}$ dhe paraqet skenarin projektues të përdorur për vlerësimin e sigurisë hidraulike të sistemit.

Në këtë studim, PMF është vlerësuar si dyfishi i prurjes me periudhë përsëritjeje 10 000-vjeçare. Duke u bazuar në vlerën e përfituar sipas formulës së Fuller-it, si dhe duke marrë parasysh prurjen maksimale që mund të transmetohet nga kanali furnizues i lumit Bistrica e Deçanit, prurja totale e Përmbytjes Maksimale të Mundshme rezulton:

$$Q_{PMF}=2 \times 119.73+24=263.5 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$Q_{PMF}=263.5 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Ku:

$Q_{PMF} = 263.5 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow$ skenari ekstrem kontrollues, jo domosdoshmërisht prurja për dimensionim të plotë.

Kjo prurje paraqet skenarin më të analizuar në këtë studim dhe përdoret për verifikimin e kapacitetit të kapërderdhësit dhe të sigurisë së përgjithshme të rezervuarit.

Hidrogrami përkatës i Përmbytjes Maksimale të Mundshme paraqitet në figurën vijuese.

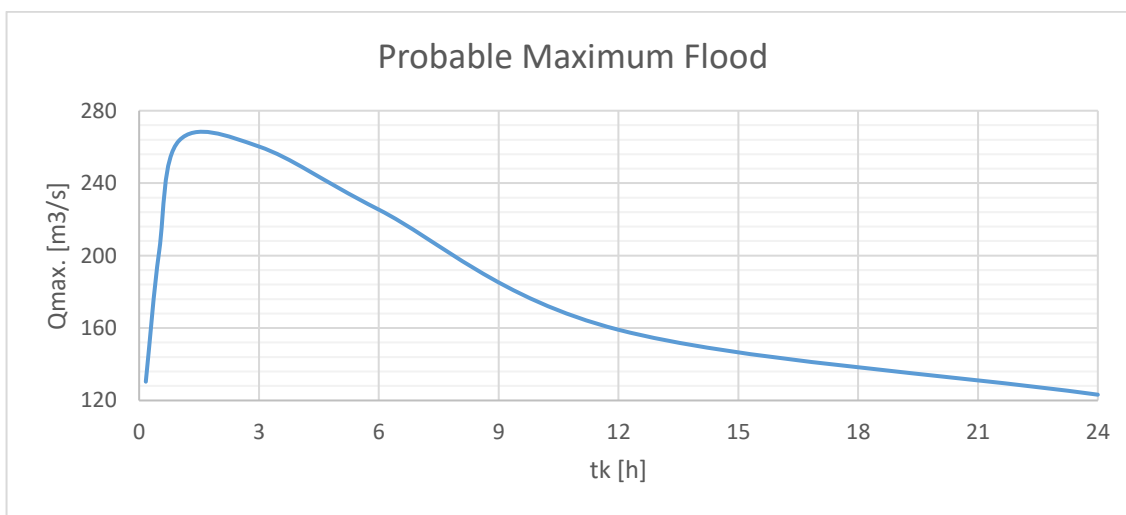


Figura 4.9. Përmbytja Maksimale e Mundshme (PMF – $2 \times 10\,000$), sipas standardeve britanike.

Figura 4.9 paraqet hidrogramin e Përmbytjes Maksimale të Mundshme (PMF), të vlerësuar sipas standardeve britanike për digat e Kategorisë A. Në këtë studim PMF është konsideruar si dyfishi i prurjes me periudhë përsëritjeje 10 000-vjeçare, duke rezultuar me një prurje kulmore prej rreth $263.5 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.9 Analiza statistikore e prurjeve ekstreme në lumin Bistrica e Deçanit

Prurjet ekstreme në lumin Bistrica e Deçanit janë vlerësuar në bazë të serisë së prurjeve maksimale vjetore të regjistruara në stacionin hidrometrik të Deçanit. Për këtë stacion janë në dispozicion 26 vite të të dhënave të prurjeve ditore, të cilat janë përdorur për nxjerrjen e serisë së prurjeve kulmore vjetore dhe për analizën e probabilitetit të paraqitjes së vërshimeve ekstreme.

Për shkak se seria e të dhënave është relativisht e shkurtër për vlerësimin e ngjarjeve me periudha të gjata përsëritjeje, është aplikuar analiza statistikore e frekuencës për të mundësuar ekstrapolimin e prurjeve projektuese për probabilitete më të ulëta të paraqitjes.

Fillimisht është formuar seria e prurjeve maksimale vjetore, ndërsa më pas janë përcaktuar parametrat statistikorë përkatës. Për vlerësimin e prurjeve ekstreme janë analizuar disa funksione teorike të shpërndarjes së probabilitetit, duke përfshirë shpërndarjet Gauss, Galton, Pearson, Log-Pearson dhe Gumbel.

4.9.1 Analiza statistikore e prurjeve maksimale

Për analizën e prurjeve maksimale është përdorur shpërndarja empirike e Weibull-it, e cila paraqet një nga metodat më të përdorura në analizat hidrologjike të frekuencës. Më pas janë analizuar disa funksione teorike të shpërndarjes së probabilitetit me qëllim identifikimin e modelit që përfaqëson në mënyrën më të mirë të dhënat e vëzhguara.

Përzgjedhja e funksionit teorik është kryer përmes testit statistikor të Kolmogorov-Smirnov, i cili bazohet në vlerësimin e diferencës maksimale ndërmjet funksionit empirik dhe funksionit teorik të shpërndarjes së probabilitetit.

$$D_n = \max. |F_e(Q_i) - F_t(Q_i)| \quad (11)$$

Është e qartë se funksioni që ka vlerën më të ulët të diferencës maksimale absolute paraqet përshtatjen më të mirë me të dhënat empirike.

$$F(\lambda) = \lim_{n \rightarrow \infty} P \left[D \leq \frac{\lambda}{\sqrt{n}} \right] \quad (12)$$

Në analizë janë shqyrtuar disa funksione teorike të shpërndarjes së probabilitetit, rezultatet e të cilave paraqiten në Tabelën 4.3.

Tabela 4.3. Funksionet teorike të shpërndarjes së probabilitetit të përdorura në analizë.

Funksionet teorike të shpërndarjes së probabilitetit.							
Nr.	Q_{max} [m³/s]↓	Φe [Weibull]	Gaus s	Galto n	Pearso n	log- Pearson	Gumbe l
1	58	0.04	0.003	0.0072	0.0163	0.0152	0.016386
2	37.1	0.08	0.16	0.0889	0.1499	0.096	0.145723
3	35.4	0.12	0.198	0.1089	0.177	0.1135	0.172383
4	34.7	0.16	0.2148	0.1184	0.1886	0.1182	0.184575
5	34.2	0.2	0.2273	0.1256	0.1977	0.128	0.193745
6	29.7	0.24	0.3557	0.2119	0.2967	0.2024	0.29527
7	29	0.28	0.3783	0.2289	0.315	0.217	0.314352
8	23.4	0.32	0.5641	0.4149	0.4913	0.3862	0.498679
9	22.5	0.36	0.5937	0.453	0.5239	0.4226	0.532762
10	22	0.4	0.6103	0.4748	0.5425	0.444	0.552057
11	20.7	0.44	0.6511	0.5345	0.592	0.5036	0.603073
12	20.7	0.48	0.6511	0.5345	0.592	0.5036	0.603073
13	19.4	0.52	0.6907	0.5971	0.6425	0.5686	0.654623
14	19.3	0.56	0.6937	0.602	0.6464	0.5738	0.658583
15	19.3	0.6	0.6937	0.602	0.6464	0.5738	0.658583
16	17.2	0.64	0.7527	0.706	0.7285	0.6874	0.740216
17	17.2	0.68	0.7527	0.706	0.7285	0.6874	0.740216
18	17	0.72	0.758	0.7157	0.7362	0.6985	0.747742
19	15.8	0.76	0.7881	0.7734	0.7816	0.7646	0.791469
20	15.1	0.8	0.8051	0.8056	0.8071	0.802	0.815598
21	15.1	0.84	0.8051	0.8056	0.8071	0.802	0.815598
22	14.2	0.88	0.8252	0.8445	0.8387	0.8478	0.844797
23	13.1	0.92	0.848	0.8869	0.8744	0.898	0.87727
24	9.46	0.96	0.909	0.9778	0.9635	0.9911	0.955253

Tabela në vijim paraqet vlerat mbi bazën e të cilave është përzgjedhur funksioni teorik i shpërndarjes së probabilitetit. Nga pesë shpërndarjet teorike të paraqitura në Tabelën 4.3, vetëm njëra prej tyre paraqet përshtatjen më të mirë me të dhënat empirike. Kjo shpërndarje është shpërndarja logaritmike Gamma me tre parametra.

Tabela 4.4 paraqet rezultatet e testit të përshtatjes për funksionet teorike të shpërndarjes së probabilitetit të analizuara. Përzgjedhja është kryer në bazë të diferencës maksimale ndërmjet funksionit empirik dhe atij teorik, sipas testit të Kolmogorov-Smirnov.

Tabela 4.4. Funksioni teorik i shpërndarjes së probabilitetit me përshtatjen më të mirë.

	d1	0.2441	0.0949	0.1713	0.072	0.178679
	d2	0.2841	0.1349	0.2113	0.1062	0.218679
	d	0.2841	0.1349	0.2113	0.1062	0.218679
$P[d < c] = 1 - \alpha$	$c = 0.269$	$d_{\max, > c}$	$d_{\max, < c}$	$d_{\max, < c}$	$d_{\max, < c}$	$d_{\max, < c}$

Nga rezultatet e paraqitura në Tabelën 4.4 vërehet se shpërndarja logaritmike Gamma me tre parametra paraqet përputhjen më të mirë me të dhënat empirike të prurjeve maksimale vjetore. Për këtë arsye, ajo është përzgjedhur si funksioni teorik përfundimtar për vlerësimin e prurjeve ekstreme në lumin Bistrica e Deçanit.

Për funksionin e përzgjedhur është përcaktuar gjithashtu intervali i besueshmërisë prej 95%, me qëllim të vlerësimit të pasigurisë së rezultateve dhe të besueshmërisë së prurjeve projektuese të përfituara nga analiza statistikore.

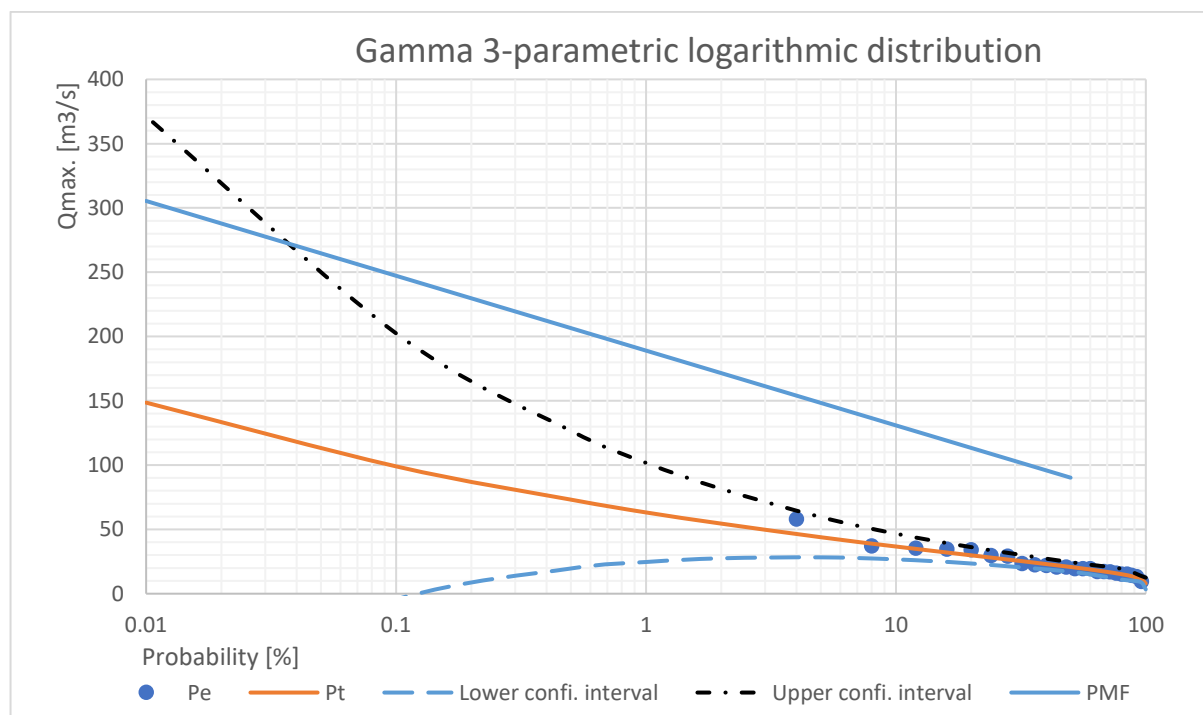


Figura 4.10. Krahassimi i funksioneve empirike dhe teorike të shpërndarjes së probabilitetit.

Në bazë të funksionit logaritmik Gamma me tre parametra janë përcaktuar prurjet projektuese për periudha të ndryshme përsëritjeje. Rezultatet tregojnë se prurja me probabilitet tejkalimi 0.01% arrin vlerën rreth 305.4 m³/s. Duke marrë parasysh pasiguritë statistikore që lidhen me gjatësinë relativisht të kufizuar të serisë së të dhënave, për analizat e sigurisë është rekomanduar përdorimi i vlerës 0.5 PMF, e cila korrespondon me një prurje afërsisht 150 m³/s për lumin Bistrica e Deçanit.

4.9.2 Vlerësimi i prurjeve projektuese

Në bazë të shpërndarjes logaritmike Gamma me tre parametra janë vlerësuar prurjet projektuese për periudha të ndryshme përsëritjeje. Kjo shpërndarje ka rezultuar me përshtatjen më të mirë ndaj të dhënave empirike dhe për këtë arsye është përdorur për ekstrapolim të prurjeve ekstreme në lumin Bistrica e Deçanit.

Meqenëse në këtë rast nuk disponoheshin seri të reshjeve maksimale ditore, prurjet maksimale janë vlerësuar përmes shprehjeve empirike. Njëra nga këto shprehje paraqet një përafrim të mirë dhe bazohet në sipërfaqen e pellgut ujëmbledhës dhe periudhën e përsëritjes. Sipas kësaj metode, Përmbytja Maksimale e Mundshme (PMF) për lumin Bistrica e Deçanit rezulton të jetë

Nga analiza statistikore rezulton se prurja me probabilitet tejkalimi 0.01% (periudhë përsëritjeje 10 000-vjeçare) arrin vlerën:

$$Q_{0.01\%}=305.4 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Kjo vlerë paraqet prurjen projektuese me periudhë përsëritjeje 10 000-vjeçare, e vlerësuar në bazë të shpërndarjes logaritmike Gamma me tre parametra, e cila rezultoi me përshtatjen më të mirë ndaj të dhënave historike të disponueshme.

Në mungesë të të dhënave shtesë për prurjet maksimale vjetore, rekomandohet që për lumin Bistrica e Deçanit të merret në konsideratë një vlerë prej 0.5 të Përmbytjes Maksimale të

Mundshme (PMF), e përcaktuar mbi bazën e funksionit të përzgjedhur të shpërndarjes së probabilitetit. Kjo vlerë rezulton rreth:

$$0.5 \text{ PMF} \approx 150 \text{ m}^3/\text{s}$$

Kjo prurje konsiderohet përfaqësuese për analizat e sigurisë hidraulike dhe për verifikimin e funksionimit të objekteve hidroteknike në kushtet e ngjarjeve ekstreme.

Duhet theksuar se vlerësimet e prurjeve projektuese shoqërohen me një shkallë të caktuar pasigurie, e cila rritet me rritjen e periudhës së përsëritjes. Për këtë arsye janë përcaktuar edhe kufijtë e besueshmërisë të rezultateve të fituara.

Kufijtë e besueshmërisë përcaktohen sipas shprehjes:

$$x_T^{L,U} = x_T \pm z_{1-\tau/2} * SG_T \quad (13)$$

Ku:

SG_T – paraqet gabimin standard të vlerësimit, i cili varet nga funksioni teorik i shpërndarjes së probabilitetit.

$z_{1-\tau/2}$ – vlera e shpërndarjes normale të standardizuar për koeficientin e përzgjedhur të sigurisë;

x_T – prurja për periudhën e përsëritjes T

4.10 Simulimi i funksionimit të rezervuarit dhe kapërderdhësit

4.10.1 Modeli i simulimit në HEC-HMS

Për analizën e funksionimit të rezervuarit është ndërtuar një model hidrologjik në programin HEC-HMS. Modeli përfshin hidrogramin hyrës në rezervuar, rezervuarin e Radoniqit dhe hidrogramin dalës përmes objekteve shkarkuese. Nëpërmjet këtij modeli është simuluar kalimi i valës së vërshimit nëpër rezervuar dhe është vlerësuar ndikimi i kapërderdhësit në reduktimin e prurjeve kulmore.

Modeli është ndërtuar duke përdorur karakteristikat hidraulike të rezervuarit, marrëdhënien nivel–vëllim dhe parametrat e kapërderdhësit ekzistues. Simulimet janë kryer për hidrogramet projektuese të përcaktuara në kapitujt paraprakë, me qëllim vlerësimin e sjelljes së rezervuarit gjatë ngjarjeve ekstreme hidrologjike.

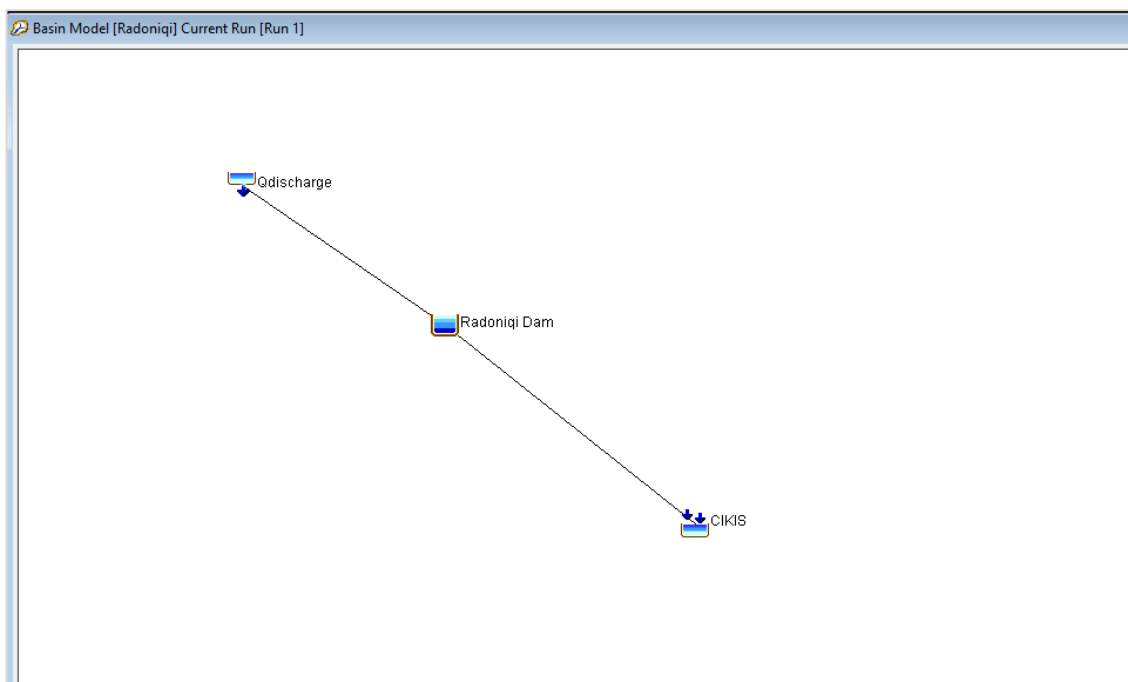


Figura 4.11. Modeli i simulimit të rezervuarit të Radoniqit në programin HEC-HMS.

4.10.2 Simulimi për prurjen projektuese Q10000

Për të vlerësuar sigurinë hidraulike të rezervuarit është simuluar kalimi i hidrogramit me periudhë përsëritjeje 10 000 vjet. Ky hidrogram përfaqëson një nga ngjarjet më ekstreme të konsideruara në analizë dhe shërben si bazë për vlerësimin e kapacitetit të rezervuarit dhe objekteve shkarkuese.

Rezultatet e simulimit tregojnë ndryshimin e prurjes hyrëse dhe dalëse gjatë kalimit të valës së vërshimit nëpër rezervuar. Në këtë proces një pjesë e ujit akumulohet përkohësisht në rezervuar, duke shkaktuar uljen e prurjes kulmore në dalje.

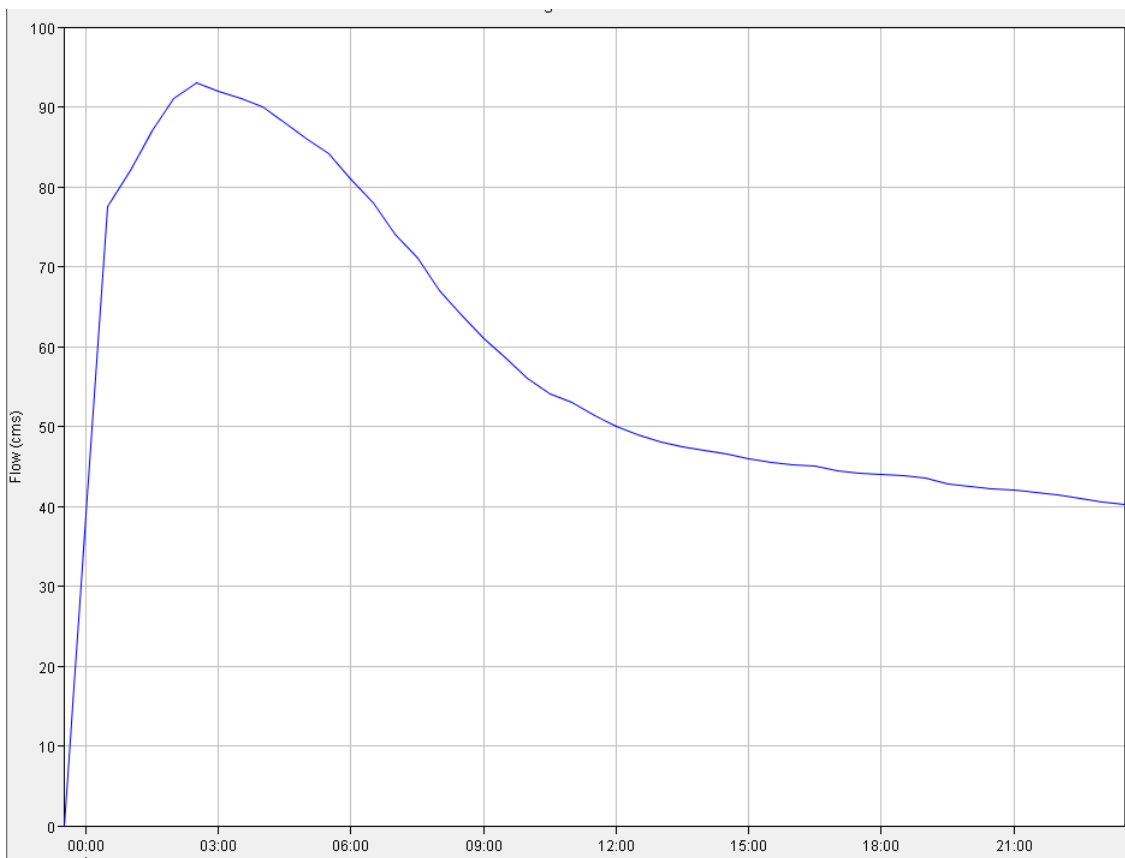


Figura 4.12. Hidrogrami hyrës për prurjen projektuese Q10000

Hidrogrami i paraqitur në Figurën 4.12 përfaqëson prurjen hyrëse projektuese me periudhë përsëritjeje 10 000 vjet. Nga rezultatet vërehet se prurja arrin kulmin në orët e para të ngjarjes hidrologjike, ndërsa më pas zvogëlohet gradualisht deri në rikthimin e kushteve normale të rrjedhjes. Ky hidrogram është përdorur si hyrje në modelin e simulimit të rezervuarit për vlerësimin e kapacitetit të amortizimit të valës së përmbytjes dhe funksionimit të kapërderdhësit.

4.10.3 Simulimi i prurjeve dalëse nga rezervuari

Përveç hidrogramit hyrës, modeli HEC-HMS është përdorur edhe për simulimin e prurjeve dalëse nga rezervuari gjatë kalimit të valës së përmbytjes. Hidrogrami dalës paraqet reagimin e rezervuarit dhe të kapërderdhësit ndaj prurjeve hyrëse dhe mundëson vlerësimin e efektit të amortizimit të valës së vërshimit.

Gjatë kalimit të valës së përmytjes, një pjesë e ujit akumulohet përkohësisht në rezervuar, ndërsa pjesa tjetër shkarkohet përmes kapërdërdhësit. Si rezultat, prurja kulmore në dalje është më e ulët se prurja hyrëse dhe paraqitet me një vonesë kohore në raport me kulmin e hidrogramit hyrës.

Rezultatet tregojnë se rezervuari vepron si një element amortizues duke ulur prurjen kulmore dhe duke zhvendosur kulmin e hidrogramit në kohë. Si rezultat zvogëlohet ngarkesa hidraulike mbi kapërdërdhësin dhe rritet siguria e funksionimit të digës gjatë ngjarjeve ekstreme.

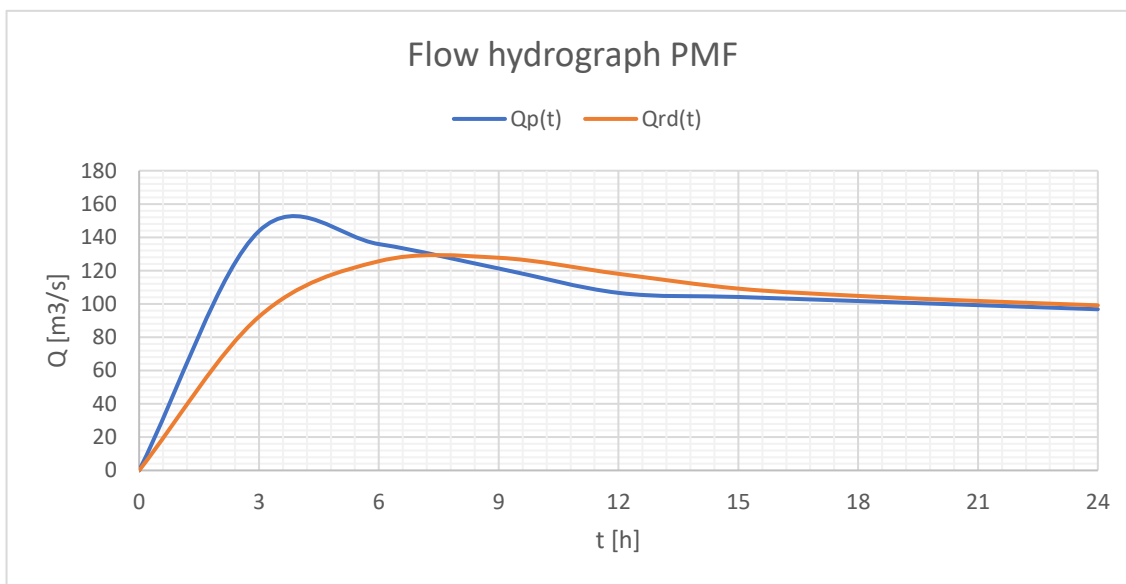


Figura 4.13. Krahësimi i hidrogramit hyrës dhe dalës gjatë kalimit të PMF në rezervuarin e Radoniqit.

4.10.4 Ndryshimi i vëllimit të rezervuarit gjatë kalimit të valës së përmytjes

Gjatë kalimit të valës së përmytjes, një pjesë e prurjes hyrëse ruhet përkohësisht brenda rezervuarit, duke shkaktuar rritjen e vëllimit të akumuluar. Analiza e ndryshimit të vëllimit është me rëndësi për vlerësimin e kapacitetit të rezervuarit dhe të aftësisë së tij për amortizimin e valëve të vërshimit.

Rezultatet e simulimit në programin HEC-HMS tregojnë se vëllimi i ujit në rezervuar rritet gradualisht gjatë periudhës së rritjes së hidrogramit hyrës, arrin vlerën maksimale pas kalimit të kulmit të prurjes dhe më pas stabilizohet me zvogëlimin e prurjeve hyrëse.

Rritja e vëllimit të akumuluar paraqet efektin kryesor të amortizimit të valës së përmbytjes, pasi një pjesë e ujit ruhet përkohësisht në rezervuar dhe nuk shkarkohet menjëherë në rrjedhën e poshtme. Në këtë mënyrë reduktohet prurja kulmore dalëse dhe zvogëlohet rreziku i përmbytjeve në zonat poshtë digës.

Niveli maksimal i ujit gjatë simulimit arrin rreth 456.17 m m.d., duke mbetur nën kuotën e kurorës së digës 458.00 m m.d.

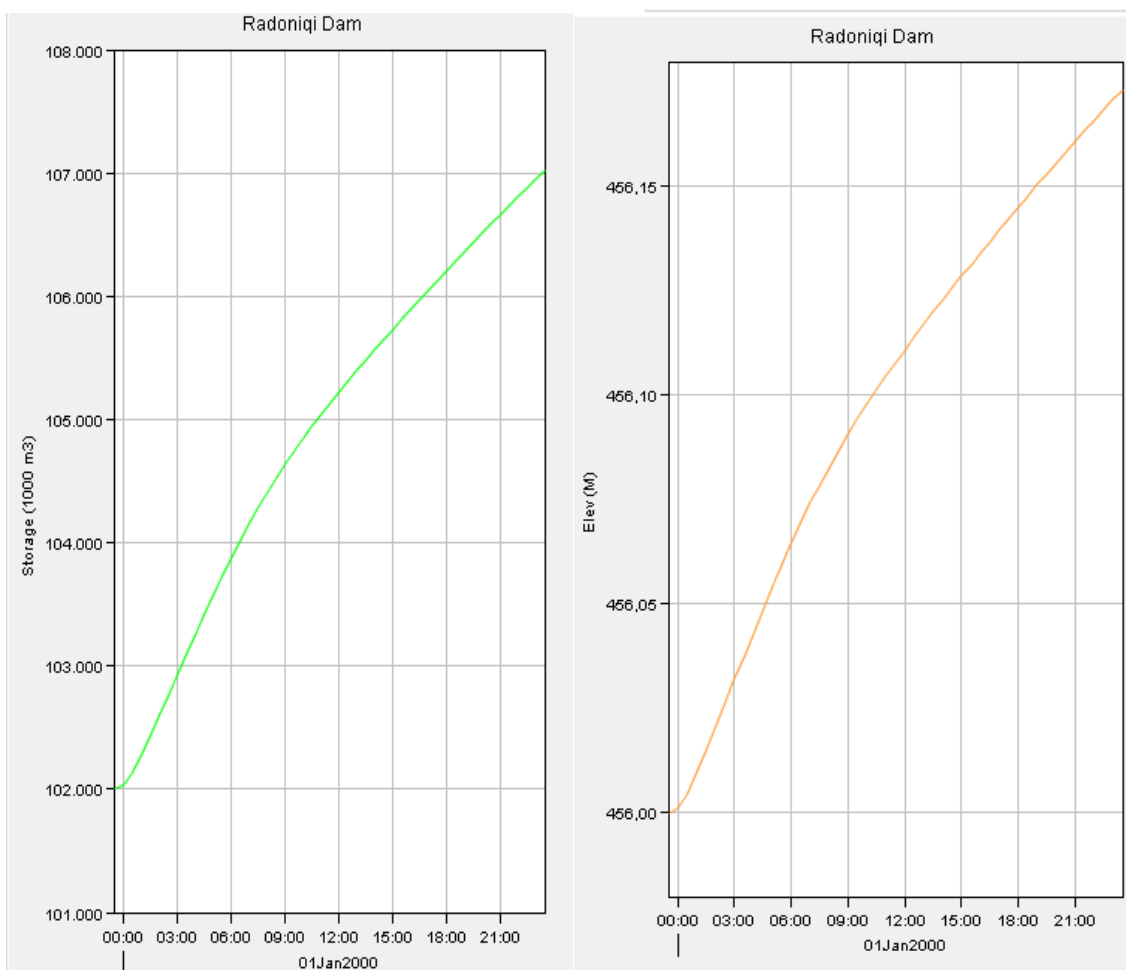


Figura 4.14. Ndryshimi i vëllimit dhe i nivelit të ujit në rezervuar gjatë simulimit të PMF.

Figura 4.14 paraqet ndryshimin e vëllimit të akumuluar dhe të nivelit të ujit në rezervuar gjatë kalimit të Përmbytjes Maksimale të Mundshme (PMF). Si pasojë e prurjeve hyrëse, vëllimi i ujit në rezervuar rritet gradualisht gjatë simulimit, duke shkaktuar edhe ngritjen e nivelit të ujit. Rezultatet tregojnë se rezervuari ka kapacitet të mjaftueshëm për të akomoduar vëllimin shtesë

të ujit pa tejkaluar kuotat kritike të sigurisë. Kjo dëshmon efektin amortizues të rezervuarit dhe aftësinë e tij për të reduktuar ndikimin e valëve ekstreme të përmbytjes në objektet shkarkuese dhe në sigurinë e digës.

4.10.5 Vlerësimi i efektit të rezervuarit në zbutjen e valës së përmbytjes

Një nga funksionet më të rëndësishme të rezervuarit gjatë ngjarjeve ekstreme hidrologjike është zbutjen e valës së përmbytjes. Ky proces ndodh kur një pjesë e prurjes hyrëse akumulohet përkohësisht në rezervuar, duke bërë që prurja dalëse të jetë më e vogël se prurja hyrëse dhe të paraqitet me vonesë kohore.

Vlen të theksohet se gabimi relativ ndërmjet vëllimeve të përfshira nga këto dy hidrograme është rreth 3%. Për kohëzgjatjen $\Delta t = 3$ h, vëllimi maksimal i rezervës së rezervuarit për mbrojtje nga prurjet e mëdha do të jetë:

$$\frac{Q_{D.max.}}{2} + \frac{V}{\Delta t} = 191.82$$

Ku

$$Q_{D.max.} \cong 127.72 \text{ m}^3/\text{s}.$$

prej nga:

$$V \cong 1.4 \text{ hm}^3.$$

Kjo do të thotë se për një kohëzgjatje prej $\Delta t = 3$ h rezervuari ka nevojë për një vëllim prej rreth 1.4 hm^3 për të mbrojtur zonën e poshtme nga kjo valë përmbytjeje, e cila më pas shkarkohet gradualisht në rrjedhën e poshtme pa shkaktuar ndikime negative në mjedisin përreth.

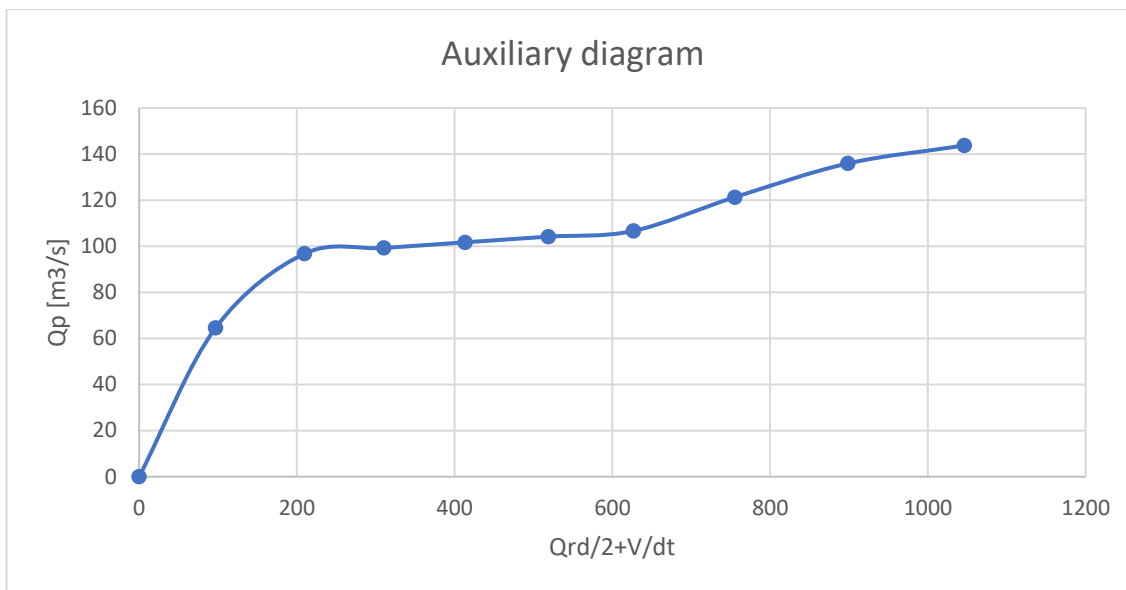


Figura 4.16. Diagrami ndihmës për metodën Modified Puls.

Diagrami ndihmës për metodën Modified Puls paraqet lidhjen ndërmjet parametrave të depozitimit dhe shkarkimit të rezervuarit, e cila përdoret në procedurën e routing-ut hidrologjik. Kjo metodë mundëson simulimin e transformimit të hidrogramit gjatë kalimit të valës së përmytjes nëpër rezervuar dhe vlerësimin e efektit amortizues të tij. Nëpërmjet kësaj procedure përcaktohen prurjet dalëse, ndryshimi i vëllimit të akumuluar dhe evoluimi i nivelit të ujit gjatë ngjarjeve ekstreme hidrologjike.

Tabela 4.5. Amortizimi i valës së përmytjes.

H [m]	V [hm³]	O [m³/s]	2V/Δt + O [m³/s]
0.2	116.076	1.200431	191.2004308
0.4	117.108	3.395331	384.5064421
0.6	118.144	6.237621	579.2005843
0.8	119.185	9.603446	775.344187
1	120.23	13.42122	972.6804834
1.2	121.28	17.64266	1171.346361
1.4	122.335	22.23229	1371.306363
1.5	122.864	24.65636	1471.6934
1.55	123.13	25.8994	1522.195695

Duke përdorur vlerat e mësipërme dhe hidrogramin hyrës të dhënë, llogaritjet kryhen sipas ekuacionit:

$$\frac{2V}{\Delta t} + O_2 = I_1 + I_2 + \frac{2V}{\Delta t} - O_1 \quad (15a)$$

Rezultatet e llogaritjeve paraqiten në Tabelën 4.6.

Tabela 4.6. Amortizimi i valës së përmytjes në rezervuar.

t [h]	I [m ³ /s]	I ₁ +I ₂	O [m ³ /s]	2V/Δt - O [m ³ /s]	2V/Δt + O [m ³ /s]
0	64.54		0	0	
3	143.73	208.27	1.3938	205.4824	208.27
6	135.93	279.66	4.8645	475.4134	485.1424
9	121.285	257.215	8.87	714.8884	732.6284
12	106.64	227.925	12.8434	917.1266	942.8134
15	104.18	210.82	16.72	1094.5066	1127.9466
18	101.72	205.9	20.6	1259.2066	1300.4066
21	99.26	200.98	24.38	1411.4266	1460.1866
24	96.8	196.06			1607.4866

Prurja kulmore dalëse rezulton të jetë **24.38 m³/s (<25.89 m³/s)**, ndërsa lartësia maksimale e ujit mbi pragun e kapërderdhësit është:

$$H = (24.38/13.42)^{2/3} = 1.488 \cong 1.5 \text{ m}$$

Duhet theksuar se kulmi i prurjes dalëse arrihet në momentin kur ajo barazohet me prurjen hyrëse.

4.11 Vlerësimi i kapacitetit të kapërderdhësit

Është e qartë se rezervuari, së bashku me kapërderdhësin e digës, janë në gjendje të përballojnë prurjet e mëdha karakteristike të këtij pellgu ujëmbledhës dhe se projektimi fillestar i rezervuarit është realizuar me një nivel të lartë sigurie.

Megjithatë, sipas standardeve moderne të projektimit, digat duhet të verifikohen edhe për ngjarje më ekstreme, duke përfshirë Përmytjen Maksimale të Mundshme (PMF – 2×10 000). Në këto kushte, kapaciteti ekzistues i shkarkimit rezulton i pamjaftueshëm për përballimin e

plotë të hidrogramit PMF. Siç u tregua më sipër, vëllimi akumulues i rezervuarit së bashku me sasinë e ujit të shkarkuar përmes kapërderdhësit përfaqësojnë rreth 66% të vëllimit të nevojshëm, ndërsa pjesa e mbetur paraqet rrezik për tejkalimin e kurorës së digës.

Për të shmangur këtë rrezik, është e nevojshme rritja e kapacitetit të kapërderdhësit ekzistues përmes zgjerimit të tij. Rezervuari ka kapacitet të mjaftueshëm për të pranuar hidrogramin me periudhë përsëritjeje 10 000 vjet, por jo hidrogramin PMF brenda një periudhe njëditore

Prandaj, është e pamundur që vala e përmbytjes e paraqitur në Figurën 4.9 të përballohet vetëm nga kapaciteti akumulues i rezervuarit dhe nga kapaciteti aktual i kapërderdhësit. Një situatë e tillë do të rriste ndjeshëm rrezikun e tejkalimit të kurorës së digës dhe do të ndikonte negativisht në sigurinë e saj.

Për këtë arsye rekomandohet kryerja e një studimi të detajuar për përcaktimin e prurjes maksimale të lejueshme që mund të shkarkohet përmes objekteve ekzistuese, pa shkaktuar dëme në zonat e ujitjes dhe në rrjedhën e poshtme të digës. Në këtë rast bëhet fjalë për menaxhimin e një pjese të konsiderueshme të valës së përmbytjes, e cila nuk mund të përballohet vetëm nga kapaciteti aktual i kapërderdhësit.

Për vlerësimin e kapacitetit të kapërderdhësit është marrë në konsideratë hidrogrami projektues i përftuar nga analiza hidrologjike e pellgut ujëmbledhës e paraqitur në Figurën 4.8, i cili përfaqëson prurjen projektuese të përftuar nga analiza e pellgut ujëmbledhës në kushtet reale të përdorimit të tokës ($CN \neq 100$).

Dalja nga rezervuari realizohet përmes një gypi çeliku me diametër 400 mm, i kontrolluar nga një valvul e vendosur në kullën e shkarkimit. Niveli i marrjes së ujit ndodhet afërsisht në kuotën 406 m m.d. Prurja e shkarkimit varet nga niveli i ujit në rezervuar dhe nga shkalla e hapjes së valvulës, por zakonisht varion në intervalin 0.3–1.0 m³/s.

Kapaciteti maksimal i sistemit ekzistues të shkarkimit vlerësohet në intervalin:

$$Q_{\max} = 4.2 - 16.8 \text{ m}^3/\text{s}$$

Prandaj, operimi i koordinuar i shkarkuesit fundor dhe i objekteve të tjera shkarkuese gjatë paraqitjes së prurjeve ekstreme mund të kontribuojë në uljen e kulmit të valës së përmytjes dhe në përmirësimin e sigurisë hidraulike të rezervuarit.

Marrëdhënia ndërmjet vëllimit të akumuluar në rezervuar dhe lartësisë së ujit mbi pragun e kapërderdhësit është përdorur për të vlerësuar aftësinë e sistemit ekzistues për përballimin e prurjeve ekstreme. Në analizë është konsideruar një lartësi maksimale e ujit mbi pragun e kapërderdhësit prej rreth 1.55 m, e cila paraqet kufirin e pranueshëm të funksionimit të sigurt të objektit.

Në këto kushte, prurja maksimale që mund të shkarkohet përmes kapërderdhësit llogaritet sipas shprehjes:

$$Q = 13.42 * 1.55^{\frac{3}{2}} = 25.89 \frac{m^3}{s}.$$

prej nga përfitohet:

$$Q = 25.89 \frac{m^3}{s}.$$

Kjo vlerë paraqet kapacitetin maksimal të shkarkimit të kapërderdhësit ekzistues në kushtet e lartësisë maksimale të lejuar të ujit mbi prag.

Duke u bazuar në analizat e routing-ut hidrologjik dhe në rezultatet e simulimit të rezervuarit, rezulton se kapaciteti aktual i kapërderdhësit nuk është i mjaftueshëm për përballimin e Përmytjes Maksimale të Mundshme (PMF). Për këtë arsye është analizuar mundësia e zgjerimit të kapërderdhësit ekzistues.

Gjerësia e nevojshme e kapërderdhësit mund të përcaktohet nga ekuacioni:

$$144 - 24 - 16.8 - 2 * 1.0 = m * \sqrt{2g} * (5.05 + x) * 1.5^{3/2}$$

ku:

- prurja 144 m³/s paraqet prurjen maksimale projektuese të konsideruar për dimensionimin e kapërderdhësit.
- 5.05 m është gjerësia ekzistuese e kapërderdhësit,

- x është zgjerimi i nevojshëm,
- $16.8 \text{ m}^3/\text{s}$ është kapaciteti maksimal i sistemit të shkarkimit,
- $24 \text{ m}^3/\text{s}$ është prurja nga kanali furnizues.

Nga zgjidhja e ekuacionit përfitohet:

$$x \approx 15.7 \text{ m}$$

Nga analiza rezulton se gjerësia ekzistuese prej 5.05 m nuk është e mjaftueshme për përballimin e sigurt të prurjeve ekstreme të analizuara. Për këtë arsye rekomandohet zgjerimi i kapërderdhësit me rreth 15.7 m, duke e çuar gjerësinë totale në afërsisht 20.75 m. Ky rezultat është në përputhje me rekomandimet e Panelit për Sigurinë e Digave, i cili ka propozuar rritjen e kapacitetit të kapërderdhësit për të përmbushur kërkesat bashkëkohore të sigurisë hidraulike.

4.12 Përfundimet e analizës hidrologjike dhe hidraulike

Analizat hidrologjike dhe hidraulike të realizuara për Digën e Radoniqit tregojnë se rezervuari ka një efekt të konsiderueshëm në zbutjen e valëve të përmbytjes dhe në reduktimin e prurjeve kulmore dalëse. Simulimet e kryera me modelin HEC-HMS treguan se prurja kulmore hyrëse mund të reduktohet ndjeshëm për shkak të kapacitetit akumulues të rezervuarit.

Analiza statistikore e prurjeve ekstreme në lumin Bistrica e Deçanit tregoi se shpërndarja logaritmike Gamma me tre parametra paraqet përshtatjen më të mirë me të dhënat historike. Për verifikimin e sigurisë së sistemit janë analizuar si prurjet me periudhë përsëritjeje 10 000-vjeçare ashtu edhe Përmbytja Maksimale e Mundshme (PMF).

Rezultatet tregojnë se kapërderdhësi ekzistues ka kapacitet të kufizuar dhe nuk është i mjaftueshëm për skenarët ekstremë PMF. Për këtë arsye rekomandohet rritja e kapacitetit të shkarkimit përmes zgjerimit të kapërderdhësit ekzistues.

KAPITULLI V

5.0. ANALIZA HIDRAULIKE DHE DIMENSIONIMI I SISTEMIT SHKARKUES

5.1 Përshkrimi i zgjidhjes së propozuar

Dimensionimi hidraulik i sistemit shkarkues është realizuar në bazë të prurjes projektuese të përcaktuar në analizën hidrologjike. Qëllimi i dimensionimit është sigurimi i kalimit të sigurt të prurjeve projektuese pa rrezikuar stabilitetin e digës dhe pa shkaktuar dëmtime në strukturat hidroteknike.

Në projektimin e sistemit janë marrë në konsideratë kushtet topografike të terrenit, karakteristikat e rezervuarit, nivelet operative të ujit dhe kriteret bashkëkohore të projektimit të kapërderdhësve për diga me mbushje guri dhe bërthamë argjilore.

Për shkak të konfiguracionit të favorshëm të bregut të majtë të rezervuarit, është propozuar një sistem shkarkues i përbërë nga kapërderdhësi anësor, kanali shkarkues, rrymëshpejtuesi, baseni qetësues dhe pragu fundor.

Tabela 5.1. Të dhënat bazë për dimensionim

Parametri	Vlera
Prurja projektuese	144.0 m ³ /s
Kuota normale e ujit	456.00 m.l.d.
Kuota e kurorës së digës	458.00 m.l.d.
Freeboard ekzistues	1.60 m
Tipi i digës	Digë me mbushje guri dhe bërthamë argjilore
Tipi i kapërderdhësit	Kapërderdhës anësor
Materiali konstruktiv	Beton i armuar
Koeficienti Manning	n = 0.014
Tipi i kanalit	Kanal i hapur
Tipi i reduktimit të energjisë	Basen qetësues

Për analizën hidraulike dhe dimensionimin e sistemit shkarkues janë përdorur të dhënat bazë të rezervuarit të Radoniqit, karakteristikat e kapërderdhësit ekzistues si dhe prurja projektuese e përvetësuar nga analizat hidrologjike.

Dimensionimi është bazuar në prurjen projektuese me periudhë kthimi 10 000 vjeçare, e cila paraqet rastin më të pafavorshëm të ngarkimit hidraulik të sistemit shkarkues.

5.2 Përzgjedhja e tipit të kapërderdhësit

Përzgjedhja e tipit të kapërderdhësit është bërë duke marrë parasysh karakteristikat topografike, gjeologjike dhe hidraulike të lokacionit të Digës së Radoniqit.

Nga analiza e terrenit është konstatuar se krahu i majtë i rezervuarit ofron kushte të favorshme për ndërtimin e një sistemi shkarkues anësor, duke mundësuar zhvillimin e kanalit shkarkues, rrymëshpejtuesit dhe basenit qetësues pa ndërhyrë në trupin e digës.

Për shkak të konfiguracionit të terrenit dhe mundësisë për zhvillimin e rrjedhës në mënyrë të kontrolluar, është përzgjedhur kapërderdhësi anësor me kanal të hapur. Kjo zgjidhje siguron shkarkimin e sigurt të prurjeve të mëdha dhe mundëson reduktimin gradual të energjisë së rrjedhës përgjatë sistemit shkarkues.

Përparësitë kryesore të kësaj zgjidhjeje janë:

- përshtatja me konfiguracionin natyror të terrenit;
- shmangia e ndërhyrjeve në trupin e digës;
- siguria e lartë hidraulike gjatë kalimit të prurjeve të mëdha;
- mundësia e reduktimit efikas të energjisë së rrjedhës;
- thjeshtësia e mirëmbajtjes dhe operimit.

Në bazë të analizave të kryera është përvetësuar një sistem shkarkues i përbërë nga kapërderdhësi anësor, kanali shkarkues, rrymëshpejtuesi, baseni qetësues dhe pragu fundor.

5.3 Dimensionimi hidraulik i kapërderdhësit

Pas përzgjedhjes së tipit të kapërderdhësit, është kryer dimensionimi hidraulik i pragut shkarkues me qëllim të sigurimit të kalimit të sigurt të prurjes projektuese:

$$Q_{\max} = Q_{\text{kanal}} + Q_{\text{pellg}} = 24 + 119.73 = 143.73 \approx 144.0 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 144.0 \text{ m}^3/\text{s}$$

Për dimensionimin e kapërderdhësit është përdorur profili praktik i tipit Creager, i cili përdoret gjerësisht në projektimin e kapërderdhësve për diga për shkak të karakteristikave të favorshme hidraulike dhe aftësisë së tij për të siguruar rrjedhje të lirë pa shkaktuar ndarje të rrjedhës nga sipërfaqja e pragut.

Për të përcaktuar gjerësinë optimale të kapërderdhësit janë analizuar 3 alternativa të ndryshme të gjerësisë së kreshtës:

- Alternativa 1 – gjerësia e kapërderdhësit 10 m;
- Alternativa 2 – gjerësia e kapërderdhësit 15 m.
- Alternativa 2 – gjerësia e kapërderdhësit 20 m.

Për secilën alternativë është përdorur e njëjta prurje projektuese prej $144.0 \text{ m}^3/\text{s}$, ndërsa janë analizuar kushtet hidraulike në pragu kapërderdhës, kanalin shkarkues, rrymëshpejtuesin dhe basenin qetësues.

5.3.1 ALTERNATIVA 1 (Gjerësia e derdhjes = 10 m)

Në këtë alternativë, gjerësia e kreshtës së derdhjes u mor si 10 m.

Analizat hidraulike u kryen për shkarkimin e përmytjes maksimale të mundshme (PMF) ($Q_{\text{PMF}} = 144.00 \text{ m}^3/\text{s}$) për të përcaktuar kokën përkatëse mbi kreshtë, kapacitetin e shkarkimit dhe kushtet e rrjedhës së poshtme.

Ngritjet rezultuese të sipërfaqes së ujit, shpejtësitë e rrjedhës dhe thellësitë e ujit të bishtit u morën nëpërmjet llogaritjeve hidraulike të kanaleve të hapura me rrjedhje të qëndrueshme dhe janë përmbledhur në tabelat dhe figurat e mëposhtme.

Këto rezultate formojnë bazën për vlerësimin e performancës së shpërndarjes së energjisë dhe përcaktimin e dimensioneve të basenit qetësues për këtë konfigurim.

Disa nga karakteristikat kryesore të strukturës së derdhjes janë dhënë më poshtë:

Tabela 5.2: Karakteristikat kryesore të strukturës së derdhjes (Alt-1)

Parametri	Vlera
Vendndodhja	Bregu i majtë
Lloji	Hyrja ballore, derdhje ogee e palidhur (me rrjedhje të lirë).
Gjerësia e kreshtës	10.00 m
Lartësia e kreshtës	1.00 m
Projektim Vërshimi (Prurje) (QPMF)	144.00 m ³ /s
Shkarkimi me rrugë (Dizajn) (QPMF, ROU)	131.00 m ³ /s
Maksimumi i Kokës mbi Kreshtë	3.64 m
Gjerësia e kanalit të shkarkimit	10.00 m
Pjerrësia e kanalit të shkarkimit:	7,00% (0,07 V/H), 31,45% (0,32 V/H)
Lartësia e poshtme e basenit hidraulik-jump	671.50 m
Gjerësia e Basenit Hidraulik-Kërcim: 34.00 m	10.00 m
Gjatësia e Basenit Hidraulik-Kërcim	34.00 m

5.3.2.Studimi i kalimit të valës së përmytjes

Për gjerësinë e derdhjes 10.00 m, shkarkimi total i drejtuar ishte afërsisht 131.00 m³/s.

Koka mbi kreshtë, u përcaktua si 3,64 m. Hidrografët e hyrjes dhe daljes për gjendjen e projektimit të shkarkimit janë paraqitur në figurën më poshtë.

Tabela e kapacitetit të shkarkimit të kapërderdhësit (Alt-1)

H_e m	H_e/H_0	C_0	C_1	C_2	C_3	C_4	C	L' m	L_e m	Q m^3/s	$R.S.S.$ m
0.00	0.00	2.02	0.79	1.00	1.00	1.00	1.60	10.00	10.00	0.00	732.50
0.20	0.05	2.02	0.81	1.00	1.00	1.00	1.63	10.00	9.96	1.45	732.70
0.40	0.11	2.02	0.82	1.00	1.00	1.00	1.67	10.00	9.92	4.18	732.90
0.60	0.16	2.02	0.84	1.00	1.00	1.00	1.70	10.00	9.88	7.79	733.10
0.80	0.22	2.02	0.85	1.00	1.00	1.00	1.73	10.00	9.84	12.16	733.30
1.00	0.27	2.02	0.87	1.00	1.00	1.00	1.76	10.00	9.80	17.20	733.50
1.20	0.33	2.02	0.88	1.00	1.00	1.00	1.78	10.00	9.76	22.87	733.70
1.40	0.38	2.02	0.89	1.00	1.00	1.00	1.81	10.00	9.72	29.11	733.90
1.60	0.44	2.02	0.91	1.00	1.00	1.00	1.83	10.00	9.68	35.90	734.10
1.80	0.49	2.02	0.92	1.00	1.00	1.00	1.86	10.00	9.64	43.20	734.30
2.00	0.55	2.02	0.93	1.00	1.00	1.00	1.88	10.00	9.60	50.98	734.50
2.20	0.60	2.02	0.94	1.00	1.00	1.00	1.90	10.00	9.56	59.23	734.70
2.40	0.66	2.02	0.95	1.00	1.00	1.00	1.92	10.00	9.52	67.90	734.90
2.60	0.71	2.02	0.96	1.00	1.00	1.00	1.94	10.00	9.48	77.00	735.10
2.80	0.77	2.02	0.97	1.00	1.00	1.00	1.96	10.00	9.44	86.48	735.30
3.00	0.82	2.02	0.98	1.00	1.00	1.00	1.97	10.00	9.40	96.34	735.50
3.20	0.88	2.02	0.98	1.00	1.00	1.00	1.99	10.00	9.36	106.56	735.70
3.40	0.93	2.02	0.99	1.00	1.00	1.00	2.00	10.00	9.32	117.11	735.90
3.60	0.99	2.02	1.00	1.00	1.00	1.00	2.02	10.00	9.28	127.99	736.10
3.64	1.00	2.02	1.00	1.00	1.00	1.00	2.02	10.00	9.27	130.34	736.14

Llogaritja e shpejtësisë së afrimit (ha) (Alt-1)

$Q_{PMF, ROU}$ m^3/s	H_0 (i.e. H_e) m	H (i.e. h_0) m	V_a (i.e. u) m/s	h_a (i.e. h_v) m	$H = H_0 - h_a$ m	$H - H = 0$ m	h_a/H_0 -
130.34	3.64	3.02	3.50	0.62	3.02	0.00	0.17

5.3.3 Profili i kreshtës së kapërderdhësit

Projektimi i profilit të kreshtës së kapërderdhësit është realizuar sipas rekomandimeve të paraqitura në **USBR – Diga të vogla(1987)** për kapërderdhësit me profil praktik (ogee spillway).

Profili i kreshtës është përcaktuar si një kurbë në formë nape, e cila riprodhon trajektoren e shtresës së poshtme të rrjedhës që formohet mbi një prag me kreshtë të mprehtë në kushtet e kokës projektuese. Kjo formë siguron kalim të qetë të rrjedhës nga rezervuari në kanalin shkarkues, duke minimizuar ndarjen e rrjedhës nga sipërfaqja e pragut dhe duke zvogëluar

humbjet hidraulike. Për përcaktimin e parametrave të profilin praktik është llogaritur fillimisht koka e shpejtësisë së afrimit:

$$h_a = \frac{V_a^2}{2g}$$

ku:

- h – koka e shpejtësisë së afrimit (m);
- V_a^2 – shpejtësia e afrimit të rrjedhës (m/s);
- g – përsheptimi gravitacional (9.81 m/s²).

Rezultatet e llogaritjes për Alternativën 1 janë paraqitur në Tabelën 5.3.

Tabela 5.3. Parametrat e afrimit të rrjedhës (Alt-1)

Parametri	Vlera
QPMF, ROU	144.00 m ³ /s
Koka totale mbi kreshtë, H_0	3.64 m
Shpejtësia e afrimit, V_a	3.49 m/s
Koka e shpejtësisë së afrimit, h_a	0.62 m
Koka projektuese, $H = H_0 - h_a$	3.02 m
Raporti h_a/H_0	0.17

Nga rezultatet e mësipërme përfitohet:

$$\frac{h_a}{H_0} = 0.17$$

Në bazë të këtij raporti dhe duke përdorur diagramet standarde të USBR për profilet në formë nape, janë përcaktuar koeficientët e profilin:

$$K=0.485$$

$$n=1.84$$

Vlerat e koeficientëve janë marrë nga diagramet përkatëse të USBR dhe paraqiten në Figurën 5.4.

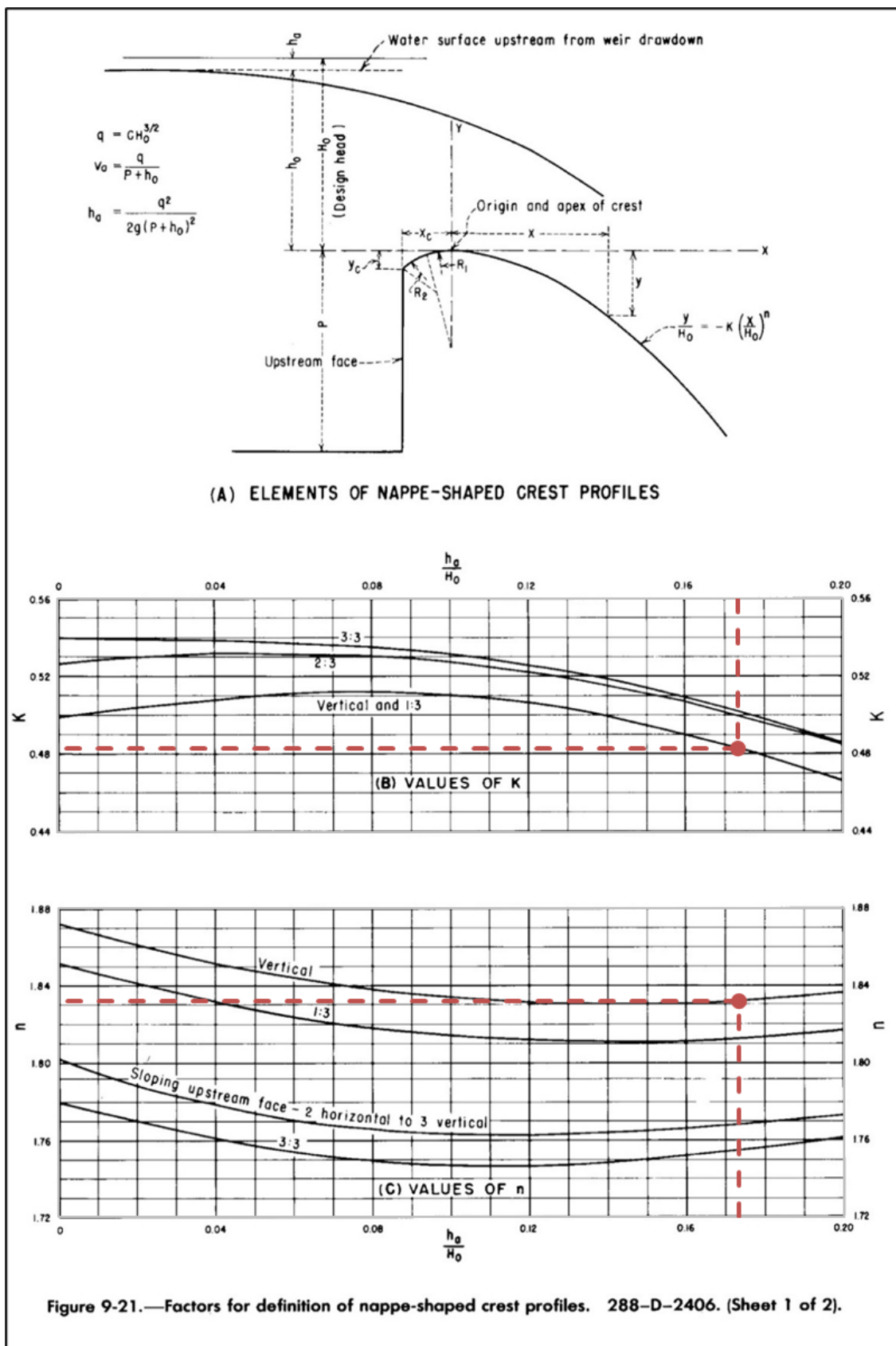


Figura 5.4. Faktorët për përcaktimin e profilit të kreshtës sipas USBR.

Pasi u përcaktuan koeficientët K dhe n, forma e profilit praktik të kreshtës u definua me ekuacionin pa dimensione:

$$\frac{y}{H_0} = K \left(\frac{x}{H_0} \right)^n$$

ku:

- x – koordinata horizontale e profilit (m);
- y – koordinata vertikale e profilit (m);
- H₀ – koka projektuese totale mbi kreshtë (m);
- K dhe n – koeficientët e profilit të përcaktuar nga diagramet USBR.

Koordinatat e përfituara nga ky ekuacion janë përdorur për ndërtimin e profilit praktik të kapërderdhësit dhe për hartimin e vizatimeve përfundimtare të strukturës. Profili i përvetësuar siguron rrjedhje të qëndrueshme, shmang formimin e presioneve negative në sipërfaqen e betonit dhe zvogëlon mundësinë e paraqitjes së kavitacionit gjatë kalimit të prurjeve të mëdha.

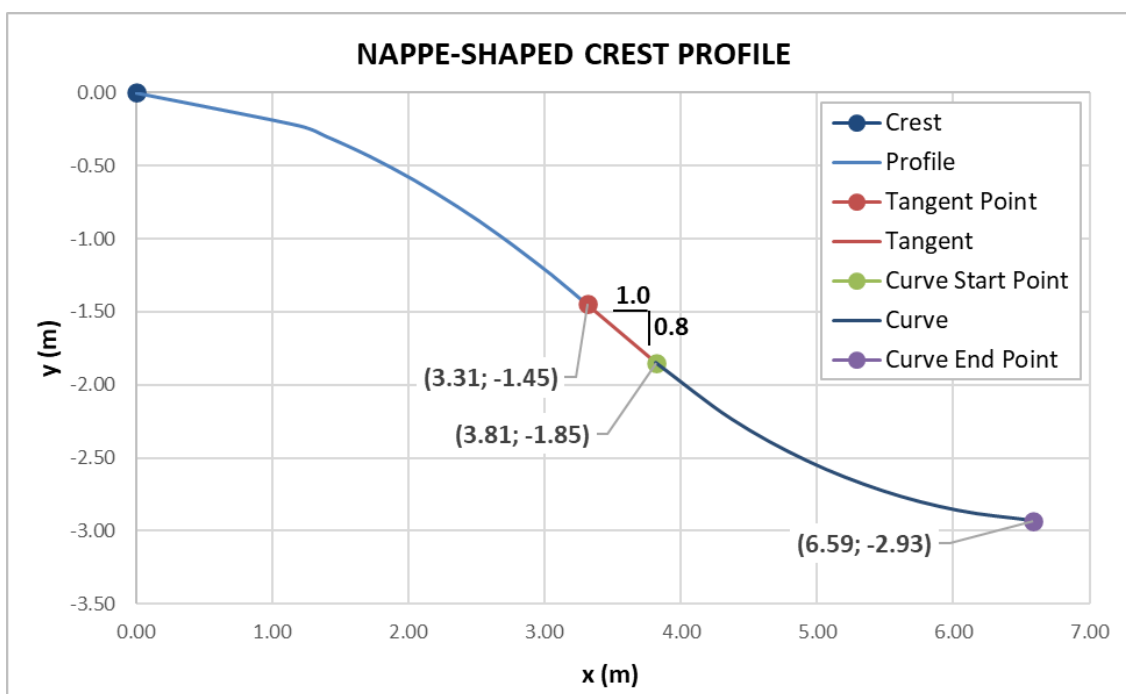


Figura 5.5. Profili praktik (ogee) i kreshtës së kapërderdhësit.

Figura 5.5 paraqet profilin praktik (ogee) të kreshtës së kapërderdhësit të dimensionuar për kokën projektuese $H=3.02$ m. Profili është përcaktuar sipas metodologjisë së USBR, duke përdorur koeficientët $K=0.485$ dhe $n=1.84$, të përfutur nga raporti $h_a/H_0=0.17$. Forma e përfituar siguron përshtatje me trajektoren natyrore të rrjedhës, shmang ndarjen e rrjedhës nga sipërfaqja e pragut dhe garanton funksionim hidraulik të qëndrueshëm gjatë kalimit të prurjes projektuese.

5.3.4 Kanali shkarkues

Pas kalimit mbi pragun e kapërderdhësit, rrjedha drejtohet në kanalin shkarkues, i cili ka për funksion transportimin e sigurt të prurjeve drejt rrymëshpejtuesit dhe më pas drejt basenit qetësues. Kanali është projektuar si kanal i hapur me seksion trapezoidal dhe me veshje prej betoni të armuar për të siguruar stabilitet hidraulik dhe mbrojtje ndaj erozionit.

Për secilën alternativë të analizuar, gjerësia e kanalit shkarkues është marrë e barabartë me gjerësinë e kapërderdhësit. Profili hidraulik i rrjedhës përgjatë kanalit është përcaktuar duke filluar nga struktura e kreshtës dhe duke vazhduar në drejtim të rrjedhës së poshtme përmes seksioneve karakteristike të kanalit.

Llogaritja e niveleve të ujit, thellësive të rrjedhës dhe energjisë specifike është kryer duke përdorur ekuacionin e Bernulit:

$$z_1 + y_1 + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + y_2 + \frac{V_2^2}{2g} + h_L$$

Ku;

- z = lartësia e shtratit të kanalit (m)
- y = thellësia e rrjedhës (m)
- V = shpejtësia mesatare e rrjedhës (m/s)
- g = nxitimi për shkak të gravitetit ($9,81 \text{ m/s}^2$)
- h_L = humbje e kokës ndërmjet dy seksioneve (m)

Humbja e energjisë ndërmjet seksioneve është llogaritur nga shprehja:

$$h_L = S_{f_{ort}} \Delta x$$

ku:

- $S_{f_{ort}}$ – pjerrësia e vijës së energjisë;
- Δx – gjatësia ndërmjet seksioneve të analizuara.

Analiza hidraulike është realizuar për prurjen projektuese $Q=144.0\text{m}^3/\text{s}$. Përgjatë kanalit rrjedha zhvillohet gradualisht nga regjim nënkritik pranë kapërderdhësit drejt regjimit kritik dhe më pas në regjim mbikritik, si pasojë e pjerrësisë së konsiderueshme të kanalit.

Rritja progresive e shpejtësisë së rrjedhës përgjatë kanalit shkarkues sjell rritje të energjisë kinetike, e cila duhet të kontrollohet para shkarkimit në rrjedhën natyrore. Për këtë arsye, në fund të kanalit është projektuar rrymëshpejtuesi dhe baseni qetësues, të cilët mundësojnë reduktimin e energjisë së rrjedhës dhe mbrojtjen e shtratit të lumit nga proceset erozive.

Përgjatë kanalit shkarkues rrjedha pëson ndryshime graduale të thellësisë dhe shpejtësisë si pasojë e ndryshimit të energjisë specifike. Në pjesën hyrëse rrjedha zhvillohet në regjim nënkritik, ndërsa me rritjen e pjerrësisë së kanalit kalon në regjim kritik dhe më pas në regjim mbikritik. Profili hidraulik i rrjedhës mund të paraqitet përmes vijës së energjisë (EGL) dhe vijës hidraulike (HGL), siç tregohet në Figurën 5.6.

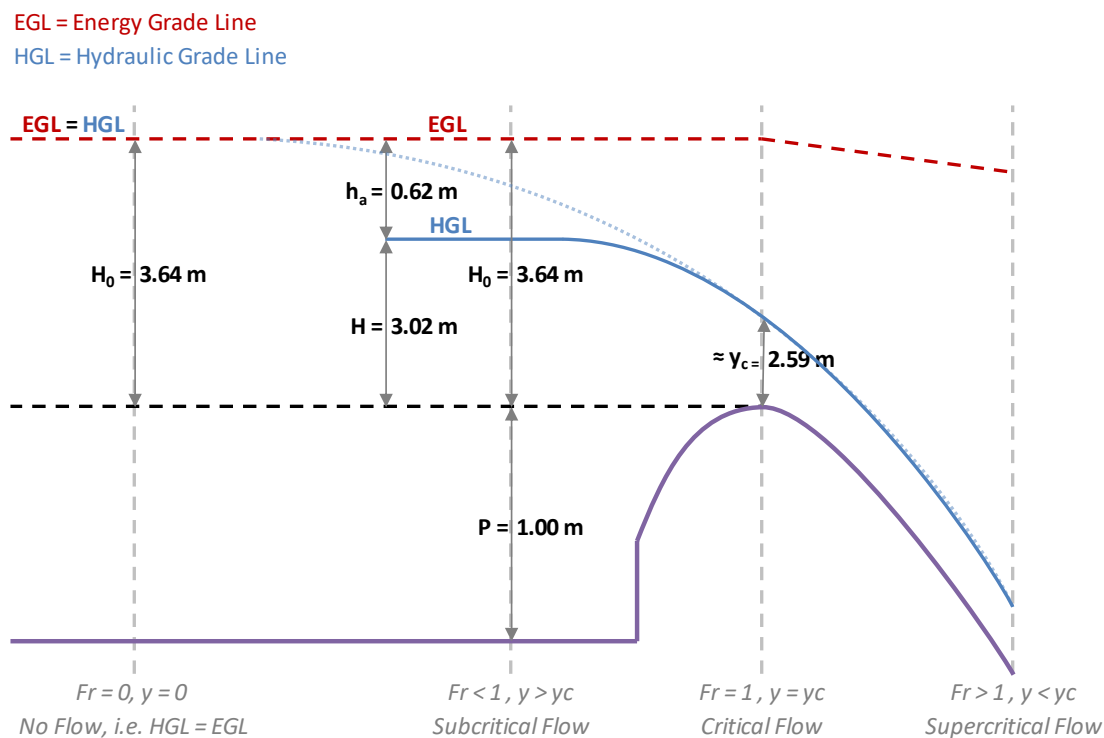


Figura 5.6. Profili hidraulik i rrjedhës përgjatë kanalit shkarkues (EGL dhe HGL)

5.3.5 Rrymëshpejtuesi

Rrymëshpejtuesi paraqet segmentin e sistemit shkarkues në të cilin rrjedha transportohet me shpejtësi të lartë drejt basenit qetësues. Funkcioni i tij është të përcjellë në mënyrë të sigurt prurjen projektuese pa shkaktuar tejmbushje të kanalit dhe pa dëmtime të sipërfaqes së betonit.

Për dimensionimin e rrymëshpejtuesit është përvetësuar seksion trapezoidal me veshje prej betoni të armuar. Gjerësia e rrymëshpejtuesit është marrë e njëjtë me gjerësinë e kanalit shkarkues, ndërsa pjerrësia gjatësore është përcaktuar në bazë të konfiguracionit natyror të terrenit.

Për shkak të pjerrësisë së konsiderueshme, rrjedha zhvillohet në regjim mbikritik, duke arritur shpejtësi të larta para hyrjes në basenin qetësues. Për këtë arsye është e nevojshme ndërtimi i një strukture për reduktimin e energjisë në fund të sistemit shkarkues.

5.3.6 Baseni qetësues për reduktimin e energjisë

Për të përcaktuar kuotën e dyshemesë së basenit qetësues, kushtet e rrjedhës ndërmjet daljes së rrymëshpejtuesit dhe basenit janë analizuar duke përdorur ekuacionin e energjisë së Bernoullit. Nga kjo analizë janë përcaktuar thellësia e rrjedhës para kërcimit hidraulik (d_1) dhe shpejtësia e rrjedhës (V_1).

Më pas është llogaritur Thellësia vijuese (d_2) është përcaktuar përmes llogaritjeve të njëpasnjëshme deri në arritjen e ekuilibrit ndërmjet nivelit të ujit pas kërcimit hidraulik dhe nivelit të ujit në rrjedhën e poshtme.

Vlera e thellësisë d_1 është marrë nga rezultatet e llogaritjeve hidraulike të kanalit shkarkues. Duke u bazuar në këtë thellësi janë përcaktuar shpejtësia e rrjedhës (V_1) dhe numri Froude (Fr_1), të cilët përbëjnë parametrat kryesorë për dimensionimin e basenit qetësues.

Nga rezultatet e analizës hidraulike është konstatuar se:

$$Fr_1 > 4.5$$

dhe

$$V_1 > 18 \text{ m/s}$$

Prandaj, sipas rekomandimeve të USBR (1987), është përzgjedhur **baseni qetësues i tipit II**, i cili rekomandohet për rrjedha me numra të lartë Froude dhe me energji të konsiderueshme kinetike.

Dimensionimi i basenit qetësues është kryer sipas rekomandimeve të USBR për basenet e tipit II, duke marrë në konsideratë numrin Froude, thellësinë vijuese dhe gjatësinë e kërcimit hidraulik. Elementet përbërëse të basenit, si blloqet hyrëse, blloqet qetësuese dhe pragu fundor, janë dimensionuar në përputhje me parametrat e rrjedhës së përfituar nga analiza hidraulike. Për Alternativën 1 (gjerësia e kapërderdhësit $B=10.0\text{m}$), janë përfituar dimensionet kryesore të paraqitura në Figurën 5.7.

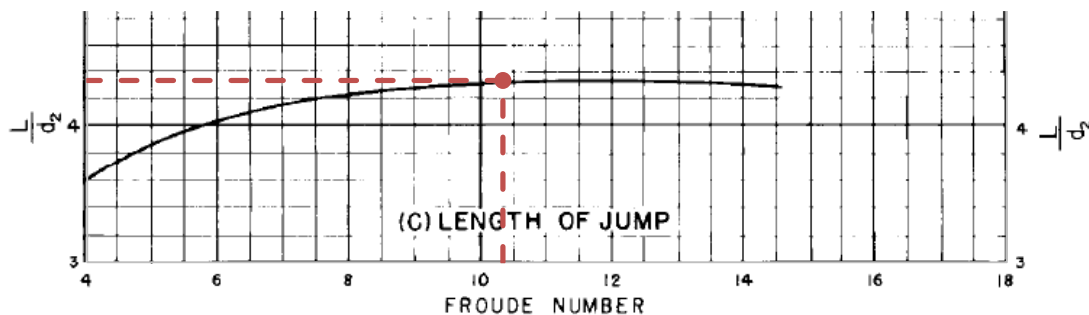


Figure 9-42.—Stilling basin characteristics for Froude numbers above 4.5.
288-D-2427.

Figura 5.7. Përcaktimi i gjatësisë së kërcimit hidraulik sipas numrit Froude (USBR Type II)

Gjatësia e basenit qetësues është përcaktuar në bazë të raporteve dimensionale të USBR për basenet e tipit II. Nga grafiku i paraqitur në Figurën 5.8, për vlerën e numrit Froude të përfituar nga llogaritjet hidraulike rezulton raporti:

$$\frac{L}{d_2} \approx 4.3$$

Për vlerën e llogaritur të thellësisë vijuese rezulton gjatësia e nevojshme e basenit qetësues: $L \approx 34.0\text{m}$

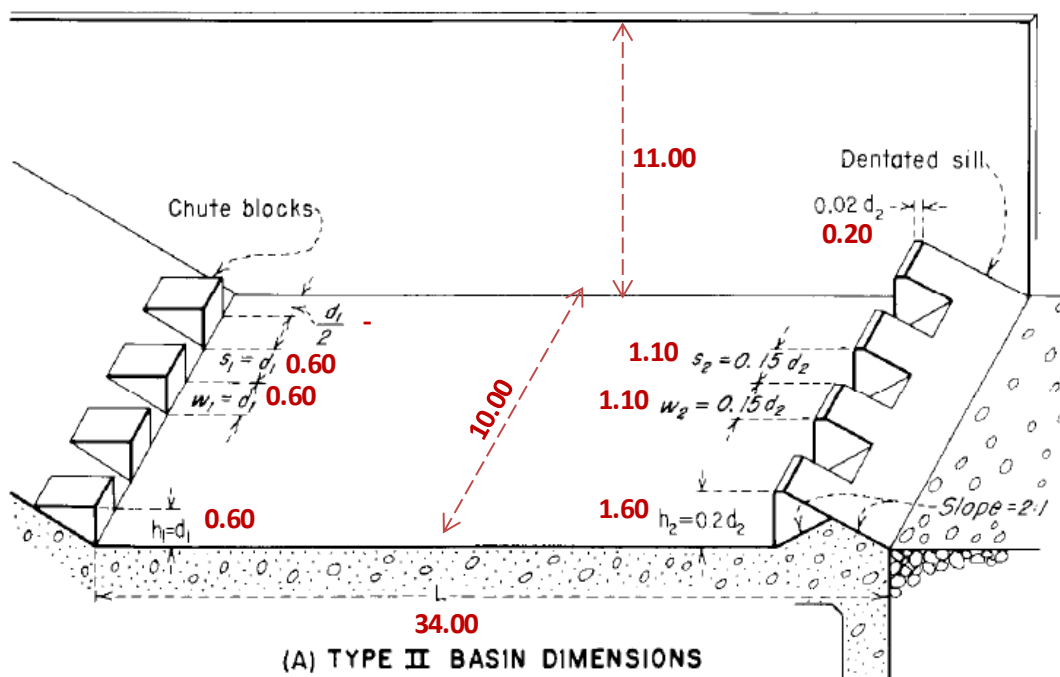


Figura 5.8. Dimensionet karakteristike të basenit qetësues të tipit II (Alt-1).

5.4. ALTERNATIVA 2 (Gjerësia e derdhjes = 15 m)

Në këtë alternativë, gjerësia e kreshtës së kapërderdhësit është marrë 15.00 m. Analizat hidraulike janë kryer për prurjen projektuese $Q=144.00 \text{ m}^3/\text{s}$ me qëllim të përcaktimit të kokës mbi kreshtë, kapacitetit të shkarkimit dhe kushteve të rrjedhës përgjatë sistemit shkarkues. Rezultatet e përfituara janë përdorur për vlerësimin e performancës hidraulike të kapërderdhësit dhe për dimensionimin e elementeve përbërëse të sistemit të shkarkimit.

$$Q=144.00 \text{ m}^3/\text{s}$$

me qëllim të përcaktimit të kapacitetit shkarkues, kokës mbi kreshtë, karakteristikave të rrjedhës në kanalin shkarkues dhe dimensioneve të basenit qetësues.

Rezultatet e analizës tregojnë se për gjerësinë 15.0 m niveli maksimal i ujit në rezervuar arrin kuotën 735.39 m, ndërsa shkarkimi total i realizuar është afërsisht:

$$Q=146.0 \text{ m}^3/\text{s}$$

Koka maksimale mbi kreshtë rezulton:

$$H_e=2.89 \text{ m}$$

vlerë dukshëm më e ulët krahasuar me Alternativën 1, gjë që tregon përmirësim të kushteve hidraulike dhe ulje të nivelit maksimal të ujit në rezervuar gjatë kalimit të përmbytjes projektuese.

Tabela 5.4. Karakteristikat kryesore të kapërderdhësit (Alt-2)

Parametri	Vlera
Vendndodhja	Bregu i majtë
Lloji	Hyrja ballore, derdhje ogee e palidhur (me rrjedhje të lirë).
Gjerësia e kreshtës	15.00 m
Lartësia e kreshtës	1.00 m
Projektim Vërshimi (Prurje) (QPMF)	144.00 m^3/s
Shkarkimi me rrugë (Dizajn) (QPMF, ROU)	146.00 m^3/s

Maksimumi i Kokës mbi Kreshtë	2.89 m
Gjerësia e kanalit të shkarkimit	15.00 m
Pjerrësia e kanalit të shkarkimit:	7,00% (0,07 V/H), 31,5% (0,32 V/H)
Lartësia e poshtme e basenit hidraulik-jump	
Gjerësia e Basenit Hidraulik-Kërcim: 34.00 m	15.00 m
Gjatësia e Basenit Hidraulik-Kërcim	30.00 m

▪ Studimi i Rrugës së Përmytjeve

Për gjerësinë e derdhjes prej 15.00 m, niveli maksimal i ujit të rezervuarit është llogaritur si Lartësia 735.39 m, dhe shkarkimi total i drejtuar ishte afërsisht 146.00 m³/s.

Koka mbi kreshtë, e vendosur u përcaktua si 2,89 m.

Hidrografët e hyrjes dhe daljes për gjendjen e projektimit të shkarkimit janë paraqitur në figurën më poshtë.

Tabela 5.5. Tabela e kapacitetit të shkarkimit të derdhjes (Alt-2)

H _e m	H _e /H ₀	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C	L' m	L _e m	Q m ³ /s	R.S.S. m
0.00	0.00	2.05	0.79	1.00	1.00	1.00	1.62	15.00	15.00	0.00	732.50
0.20	0.07	2.05	0.81	1.00	1.00	1.00	1.67	15.00	14.96	2.23	732.70
0.40	0.14	2.05	0.83	1.00	1.00	1.00	1.71	15.00	14.92	6.45	732.90
0.60	0.21	2.05	0.85	1.00	1.00	1.00	1.75	15.00	14.88	12.09	733.10
0.80	0.28	2.05	0.87	1.00	1.00	1.00	1.78	15.00	14.84	18.95	733.30
1.00	0.35	2.05	0.89	1.00	1.00	1.00	1.82	15.00	14.80	26.92	733.50
1.20	0.42	2.05	0.90	1.00	1.00	1.00	1.85	15.00	14.76	35.92	733.70
1.40	0.48	2.05	0.92	1.00	1.00	1.00	1.88	15.00	14.72	45.87	733.90
1.60	0.55	2.05	0.93	1.00	1.00	1.00	1.91	15.00	14.68	56.73	734.10
1.80	0.62	2.05	0.94	1.00	1.00	1.00	1.94	15.00	14.64	68.45	734.30
2.00	0.69	2.05	0.95	1.00	1.00	1.00	1.96	15.00	14.60	80.98	734.50
2.20	0.76	2.05	0.97	1.00	1.00	1.00	1.98	15.00	14.56	94.28	734.70
2.40	0.83	2.05	0.98	1.00	1.00	1.00	2.01	15.00	14.52	108.31	734.90
2.60	0.90	2.05	0.99	1.00	1.00	1.00	2.03	15.00	14.48	123.04	735.10
2.80	0.97	2.05	1.00	1.00	1.00	1.00	2.05	15.00	14.44	138.45	735.30
2.89	1.00	2.05	1.00	1.00	1.00	1.00	2.05	15.00	14.42	145.65	735.39

Kurba e shkarkimit të derdhjes së kapërderdhësit (Alt-2)

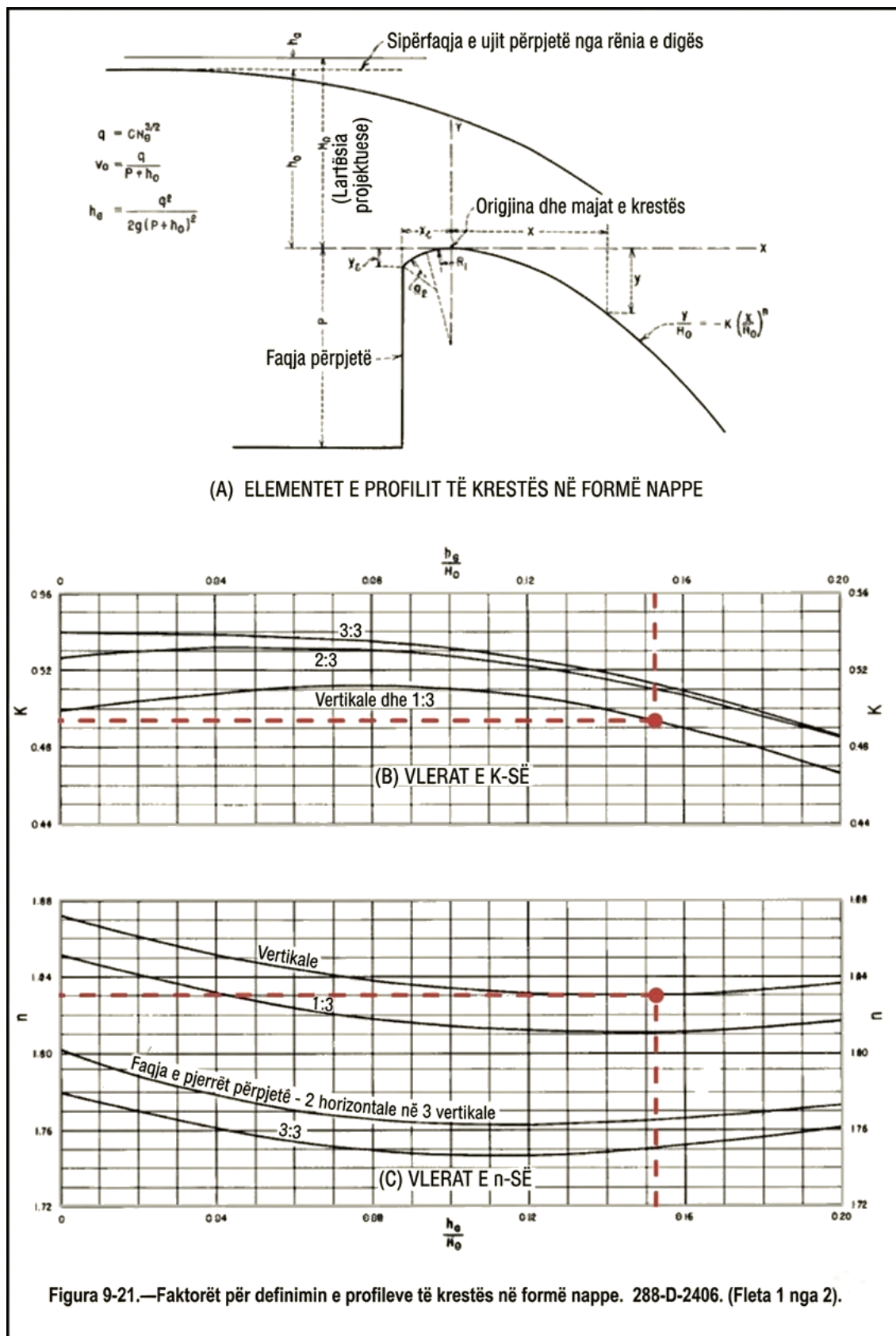


Figura 5.9. Faktorët USBR për përcaktimin e parametrave të profilin praktik (ogee) të kreshtës – Fleta 1.

Tabela 5.7 Llogaritja e shpejtësisë së afrimit (h_a) (Alt-2)

$Q_{PMF, ROU}$ m^3/s	H_0 (i.e. H_e) m	H (i.e. h_0) m	V_a (i.e. u) m/s	h_a (i.e. h_v) m	$H = H_0 - h_a$ m	$H - H = 0$ m	h_a/H_0 -
145.61	2.89	2.46	2.92	0.44	2.46	0.00	0.15

Nga llogaritja e shpejtësisë së afrimit për Alternativën 2 rezulton se koka e shpejtësisë së afrimit është $h_a=0.44m$, ndërsa koka projektuese efektive është $H_0-h_a=2.46m$. Raporti $h_a/H_0=0.15$ është përdorur për përcaktimin e koeficientëve dhe parametrave gjeometrikë të profilit praktik të kreshtës sipas diagrameve USBR.

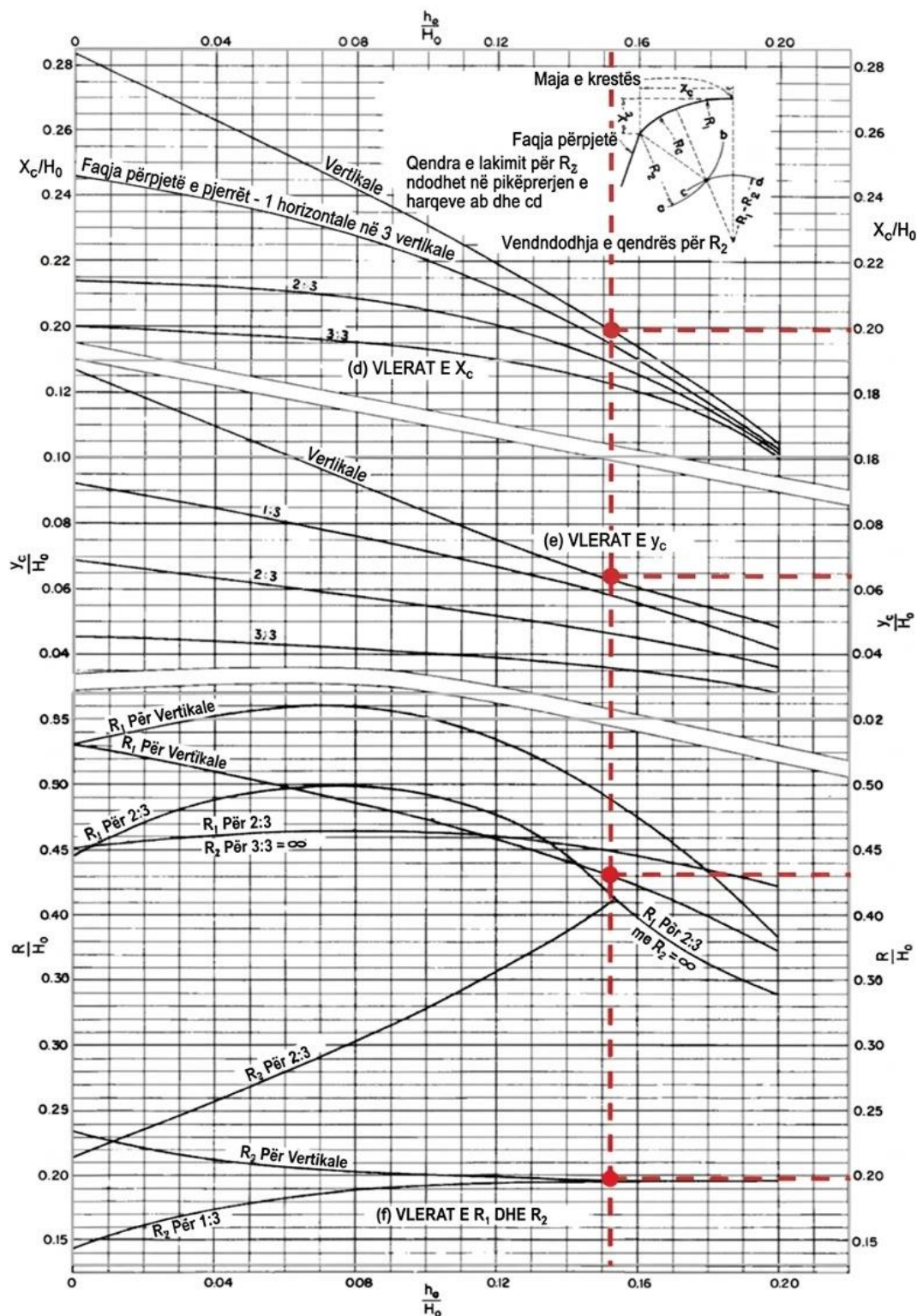


Figura 9-21.—Faktorët për definimin e profileve të krestës në formë nappe. 288-D-2407. (Fleta 2 nga 2).

Fig. 5.10. Faktorët USBR për përcaktimin e parametrave të profilit praktik (ogee) të krestës – Fleta 2.

5.4.1.Profili i kreshtës

Profili i kreshtës është projektuar sipas rekomandimeve të USBR (1987) për kapërderdhësit me profil praktik (ogee). Forma e pragut është përcaktuar në bazë të profilit nappe-shaped, i cili riprodhon trajektoren natyrore të rrjedhës mbi një prag me kreshtë të mprehtë në kushtet e kokës projektuese.

Për përcaktimin e parametrave të profilin është llogaritur fillimisht koka e shpejtësisë së afrimit:

$$h_a=0.44m$$

Figura 5.9 paraqet diagramet USBR të përdorura për përcaktimin e parametrave gjeometrikë të profilin praktik (ogee) të kreshtës, në funksion të raportit h_a/H_0 .

$$\frac{h_a}{H_0}=0.15$$

Nga diagramet USBR figura 5.10. janë përfutur koeficientët e profilin si dhe parametrat gjeometrikë të pjesës së sipërme të kreshtës

$$K \approx 0.48$$

$$n \approx 1.83$$

janë përfutur parametrat:

$$\frac{x_c}{H_0} \approx 0.20$$

$$\frac{y_c}{H_0} \approx 0.06$$

$$\frac{R_1}{H_0} \approx 0.43$$

$$\frac{R_1}{H_o} \approx 0.20$$

Këto vlera janë përdorur për përcaktimin e pjesës së sipërme të profilit praktik dhe për ndërtimin e koordinatave gjeometrike të kreshtës së kapërderdhësit.

Nga diagramet USBR janë përfituar koeficientët e profilin si dhe parametrat gjeometrikë të pjesës së sipërme të kreshtës

$$K \approx 0.48$$

$$n \approx 1.83$$

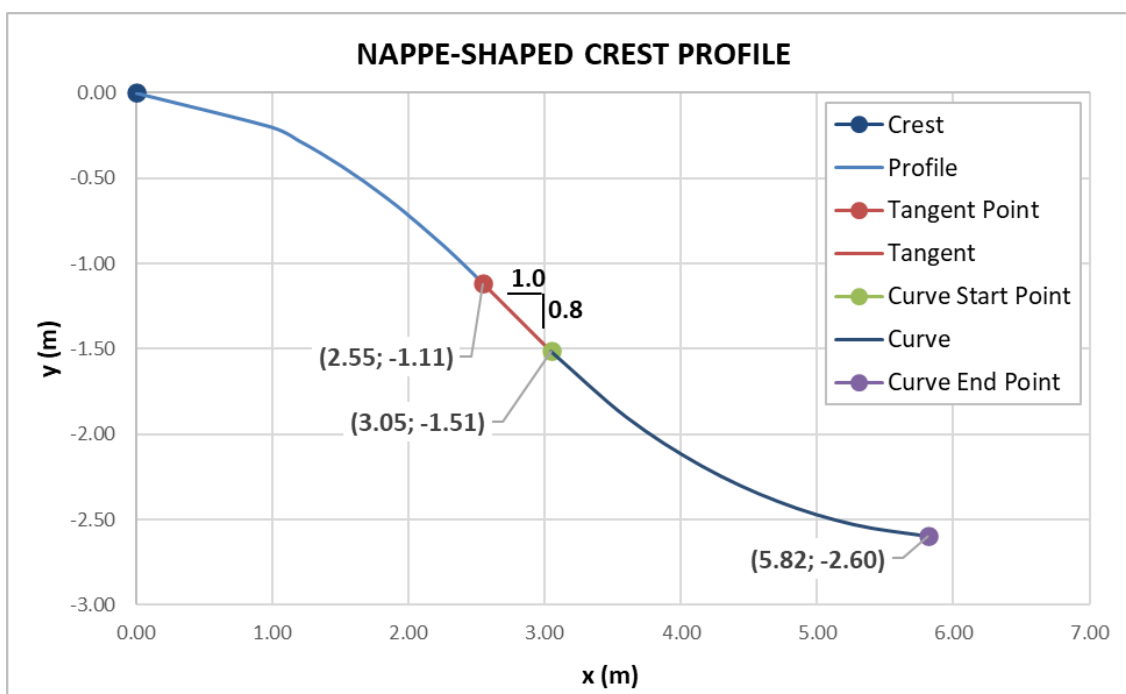


Figura 5.11. Profili praktik (ogee) i kreshtës së kapërderdhësit për Alternativën 2 ($B = 15$ m)

Profili praktik i kreshtës është ndërtuar në bazë të parametrave të përfituar nga diagramet USBR për raportin $h_a/H_0=0.15$. Forma e përftuar siguron përshtatje të mirë me trajektoren natyrore të rrjedhës mbi prag, duke shmangur ndarjen e rrjedhës dhe formimin e presioneve negative. Pjesa e sipërme e profilin është formuar nga segmenti tangjent dhe harku lidhës, ndërsa pjesa e

poshtme është përcaktuar sipas ekuacionit të profilit praktik të tipit Creager. Koordinatat karakteristike të profilit për Alternativën 2 janë paraqitur në Figurën 5.11.

5.4.2. Kanali shkarkues

Pas kalimit mbi kreshtën e kapërderdhësit, rrjedha drejtohet në kanalin shkarkues, i cili ka për funksion përcjelljen e sigurt të ujit drejt basenit qetësues. Gjatë lëvizjes përgjatë kanalit, energjia potenciale e ujit shndërrohet gradualisht në energji kinetike, duke shkaktuar rritje të shpejtësisë së rrjedhës dhe zvogëlim të thellësisë së saj. Për përcaktimin e profilit hidraulik të rrjedhës janë përdorur llogaritjet e rrjedhës së qëndrueshme në kanal të hapur, duke zbatuar ekuacionin e energjisë së Bernoullit ndërmjet seksioneve të njëpasnjëshme:

$$z_1 + y_1 + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + y_2 + \frac{V_2^2}{2g} + h_L$$

Ku;

- z = lartësia e shtratit të kanalit (m)
- y = thellësia e rrjedhës (m)
- V = shpejtësia mesatare e rrjedhës (m/s)
- g = nxitimi për shkak të gravitetit (9,81 m/s²)
- h_L = humbje e kokës ndërmjet dy seksioneve (m)

Rezultatet e analizës tregojnë se përgjatë kanalit shkarkues rrjedha kalon gradualisht nga regjimi nënkritik në regjim superkritik. Me rritjen e pjerrësisë së kanalit, energjia potenciale shndërrohet në energji kinetike, duke shkaktuar rritjen e shpejtësisë dhe zvogëlimin e thellësisë së rrjedhës. Në dalje të rrymëshpejtuesit rrjedha arrin kushte superkritike dhe paraqet energji të konsiderueshme kinetike, e cila duhet të reduktohet në basenin qetësues. Profili hidraulik i rrjedhës përgjatë sistemit shkarkues paraqitet në Figurën 5.12.

EGL = Energy Grade Line (Enerji Çizgisi)

HGL = Hydraulic Grade Line (Su Yüzü Çizgisi)

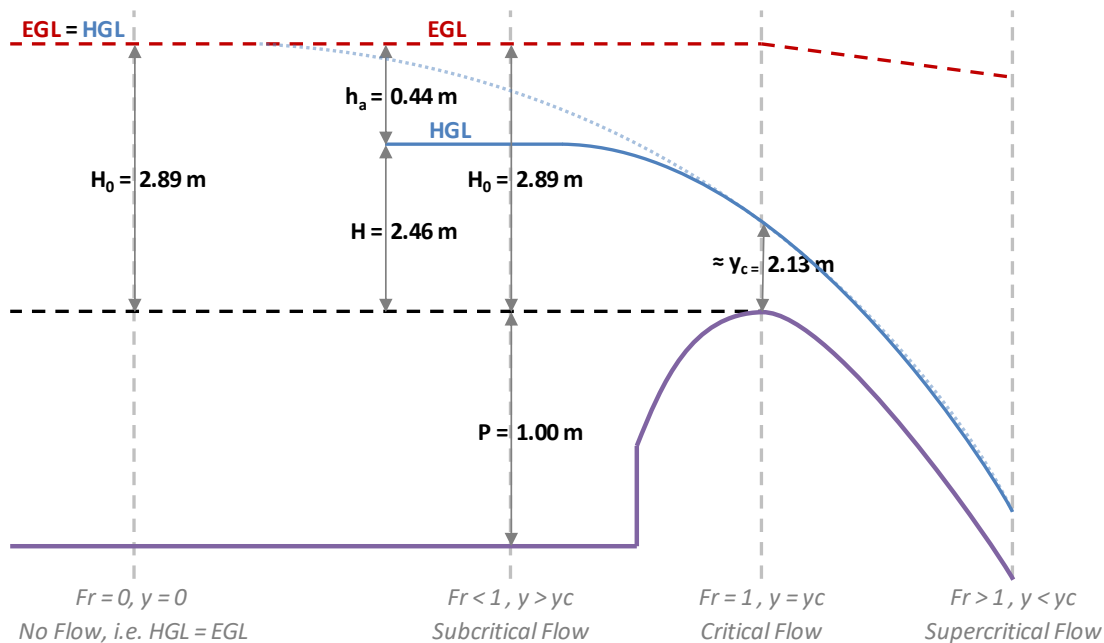


Figura 5.12. Profili hidraulik i rrjedhës përgjatë kanalit shkarkues për Alternativën 2.

5.4.3 Baseni qetësues për reduktimin e energjisë

Për të siguruar reduktimin e energjisë kinetike të rrjedhës në dalje të kanalit shkarkues është projektuar një basen qetësues i tipit II sipas rekomandimeve të USBR. Dimensionimi i basenit është kryer duke analizuar kushtet e rrjedhës ndërmjet daljes së rrymëshpejtuesit dhe rrjedhës së poshtme.

Për përcaktimin e kuotës së dyshemesë së basenit janë përdorur ekuacionet e energjisë së Bernoullit. Nga analiza hidraulike janë përcaktuar thellësia e rrjedhës para kërcimit hidraulik (d_1), shpejtësia e rrjedhës (V_1) dhe thellësia vijuese (d_2). Llogaritjet janë kryer me përafrime të njëpasnjëshme derisa niveli i ujit pas kërcimit hidraulik të përputhej me kushtet e ujit në rrjedhën e poshtme.

Nga rezultatet e llogaritjeve është konstatuar se numri Froude në hyrje të basenit është më i madh se 4.5, ndërsa shpejtësia e rrjedhës tejkalon 18 m/s. Për këtë arsye është përzgjedhur baseni qetësues i tipit II, i cili rekomandohet për rrjedha me energji të lartë dhe me regjim superkritik.

Gjatësia e basenit është përcaktuar nga grafiku standard i USBR për basenet qetësuese të tipit II. Për vlerën e numrit Froude të përfituar nga llogaritjet rezulton:

$$L \approx 4.4$$

Dimensionet përfundimtare të basenit qetësues për Alternativën 2 janë paraqitur në Figurën 5.13

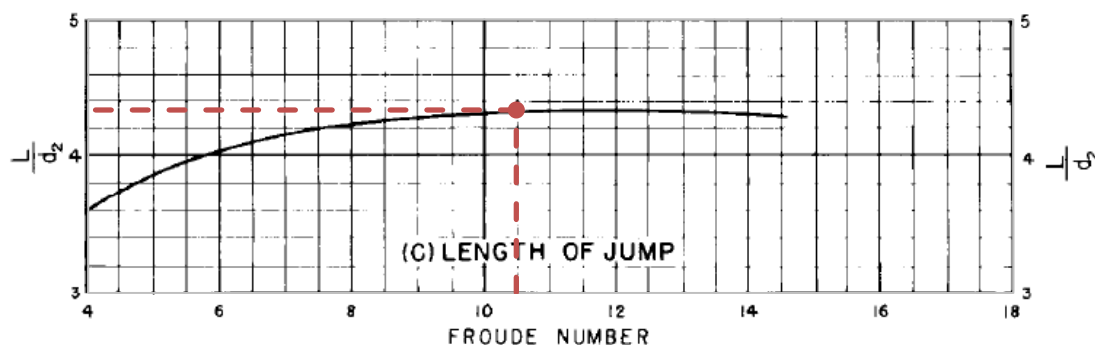


Figure 9-42.—Stilling basin characteristics for Froude numbers above 4.5.
288-D-2427.

Figura 5.13. Dimensionet e basenit qetësues të tipit II për Alternativën 2 (B = 15 m).

Karakteristikat kryesore të basenit qetësues janë:

Parametri	Vlera
Gjerësia e basenit	15.00 m
Gjatësia e basenit	30.00 m
Lartësia e blloqeve hyrëse	0.50 m
Gjerësia e blloqeve hyrëse	0.50 m
Lartësia e blloqeve qetësuese	1.10 m
Gjerësia e blloqeve qetësuese	1.10 m
Lartësia e pragut fundor	1.35 m
Trashësia e pragut fundor	0.15 m

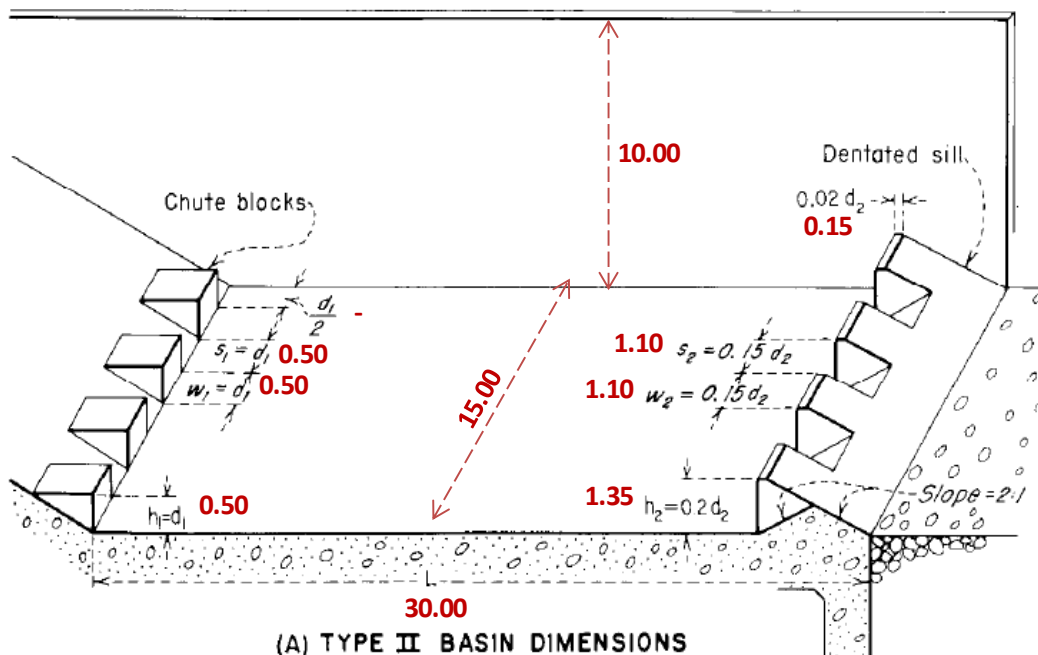


Figura 5. 14. Dimensionet e basenit të tipit II (Alt-2)

5.4.4 Vlerësimi krahasues i alternativave

Për dimensionimin e kapërderdhësit janë analizuar dy alternativa të gjerësisë së kreshtës, përkatësisht 10 m dhe 15 m. Të dy alternativat janë verifikuar për prurjen projektuese:

$$QPMF = 144.0 \text{ m}^3/\text{s}$$

Rezultatet tregojnë se rritja e gjerësisë së kapërderdhësit zvogëlon kokën mbi kreshtë dhe nivelin maksimal të ujit në rezervuar gjatë kalimit të përmbytjes projektuese. Si pasojë përmirësohen kushtet hidraulike të rrjedhës dhe zvogëlohen ngarkesat mbi strukturën e kapërderdhësit.

Për Alternativën 1 ($B = 10 \text{ m}$), koka mbi kreshtë arrin vlerën 3.64 m, ndërsa shkarkimi i realizuar është rreth $131 \text{ m}^3/\text{s}$. Për shkak të gjerësisë më të vogël, shpejtësitë e afrimit dhe energjia specifike e rrjedhës janë më të larta.

Për Alternativën 2 ($B = 15 \text{ m}$), koka mbi kreshtë zvogëlohet në 2.89 m, ndërsa kapaciteti shkarkues arrin rreth $146 \text{ m}^3/\text{s}$. Kjo alternativë siguron kushte më të favorshme hidraulike në prapen e kapërderdhësit, në kanal shkarkues dhe në basenin qetësues.

Megjithëse rritja e gjerësisë së kapërderdhësit shoqërohet me sasi më të mëdha germimi dhe kosto më të lartë ndërtimi, përmirësimi i sigurisë hidraulike dhe ulja e nivelit maksimal të ujit në rezervuar e justifikojnë këtë zgjidhje.

Duke marrë parasysh performancën hidraulike, sigurinë e objektit dhe aspektin ekonomik të projektit, si zgjidhje optimale për Digën e Radoniqit rekomandohet **Alternativa 2 me gjerësi të kapërderdhësit B = 15.0 m.**

5.5. Sistemi i drenazhimit të kapërderdhësit

Funksionimi afatgjatë dhe siguria konstruktive e sistemit shkarkues varen jo vetëm nga dimensionimi hidraulik i elementeve kryesore, por edhe nga kontrolli i infiltrimeve dhe presioneve ngritëse që mund të zhvillohen në themelet e strukturës.

Për këtë arsye është paraparë ndërtimi i një sistemi drenazhimi, i cili ka për qëllim mbledhjen dhe largimin e ujërave që depërtojnë në bazament dhe në zonën prapa mureve anësore të kanalit. Sistemi i drenazhimit zvogëlon presionet hidrostatike, përmirëson stabilitetin e strukturës dhe mbron elementet konstruktive nga dëmtimet e mundshme.

Sistemi i drenazhimit është projektuar për të funksionuar në mënyrë të vazhdueshme gjatë gjithë periudhës së shfrytëzimit të objektit dhe përbën një element të rëndësishëm të sigurisë së kapërderdhësit.

5.5.1 Drenazhimi i themeleve

Drenazhimi i themeleve është paraparë për të kontrolluar presionet ngritëse që veprojnë nën pllakën e betonit dhe për të mbledhur ujërat që mund të depërtojnë në bazament.

Sistemi përbëhet nga gypa drenazhues të vendosur në shtresë zhavorri drenazhues dhe të mbështjellë me gjeotekstil filtrues. Ujërat e mbledhura transportohen drejt kolektorëve dhe më pas shkarkohen në mënyrë të kontrolluar në pjesën fundore të sistemit.

Përdorimi i drenazhimit nën themele kontribuon në:

- zvogëlimin e presioneve ngritëse;

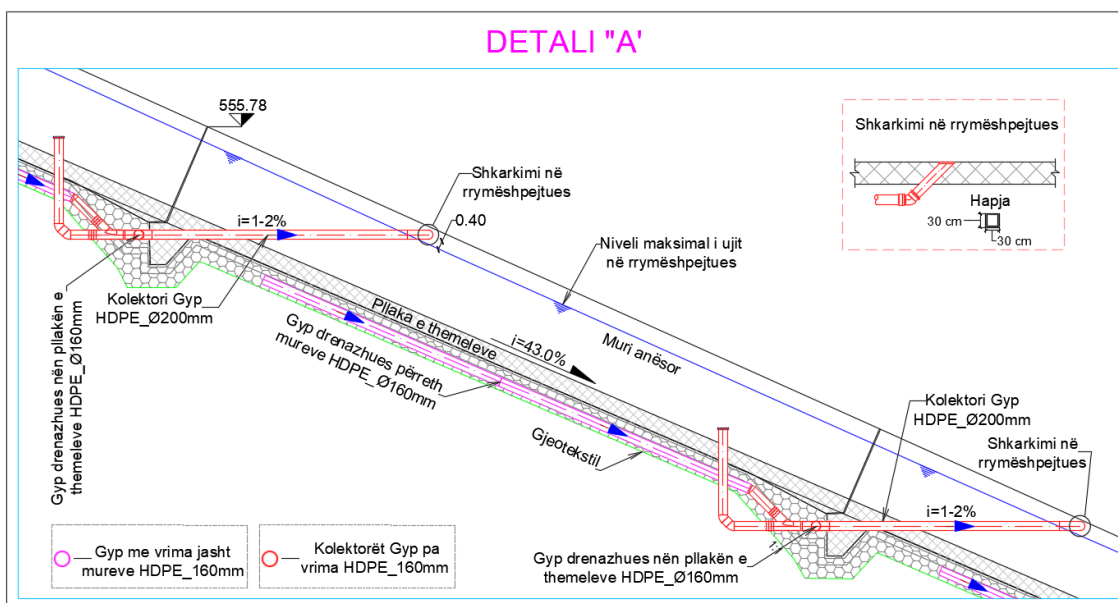


Figura 5.16. Drenazhimi prapa mureve anësore dhe lidhja me kolektorin drenazhues.

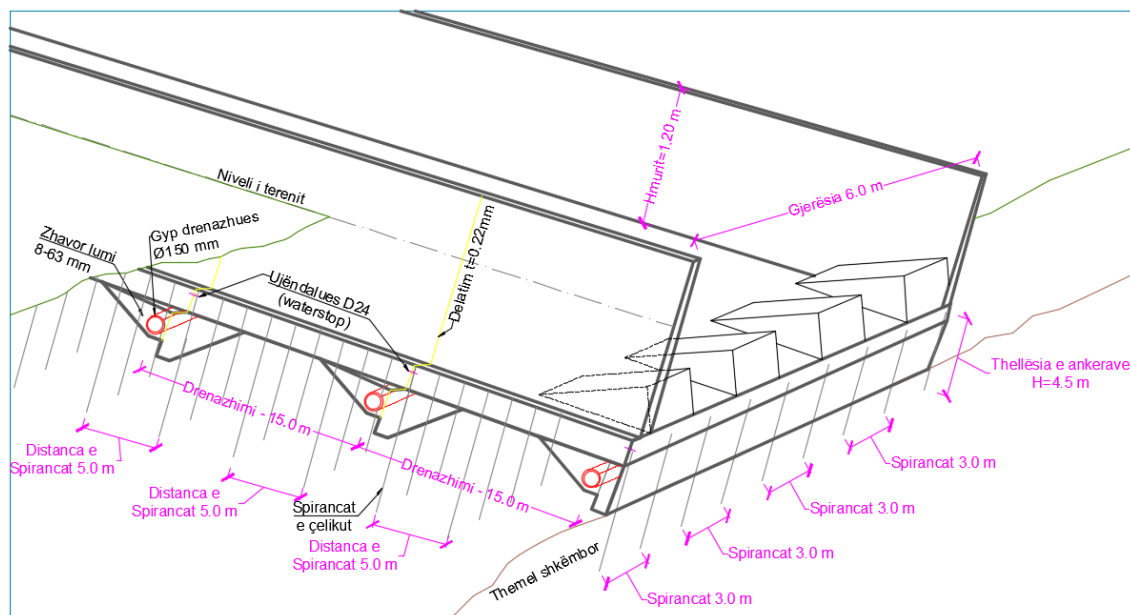


Figura 5.17. Detali konstruktiv i drenazhimit dhe bazamentit të kapërderdhësit.

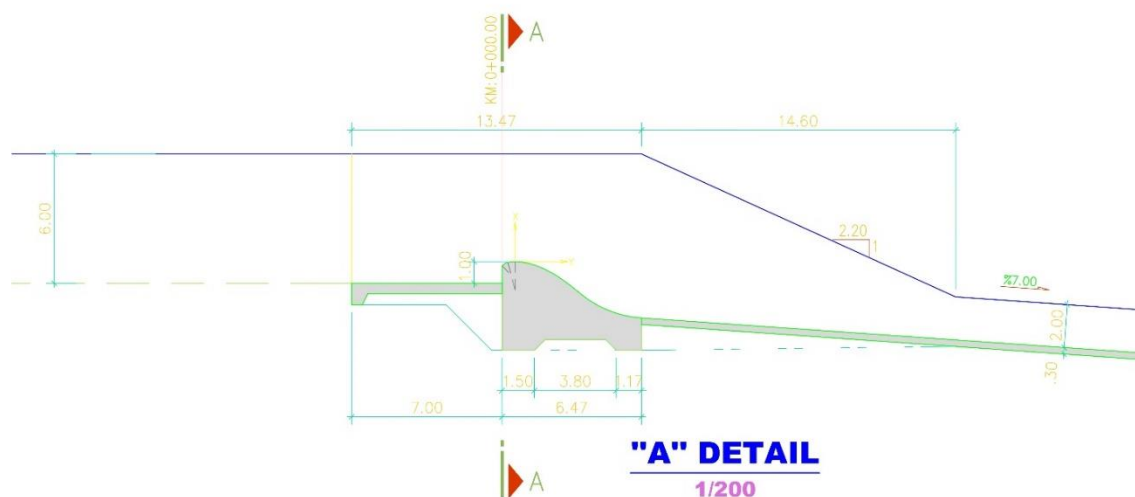


Figura 5.18. Detaji karakteristik i kapërderdhësit ekzistues të Digës së Radoniqit.

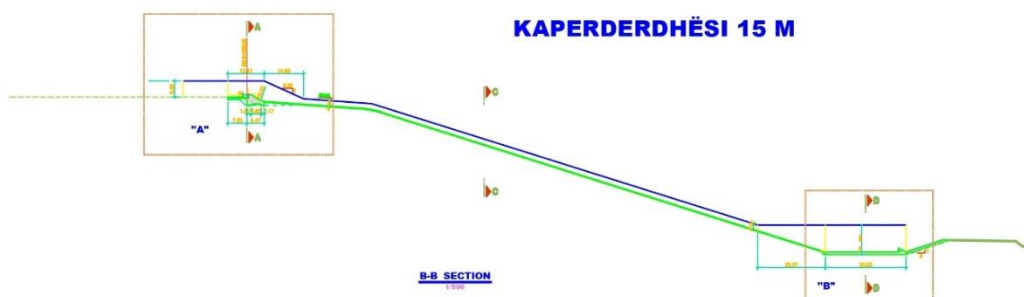


Figura 5.19. Profili gjatësor i kapërderdhësit të propozuar me gjerësi 15 m.

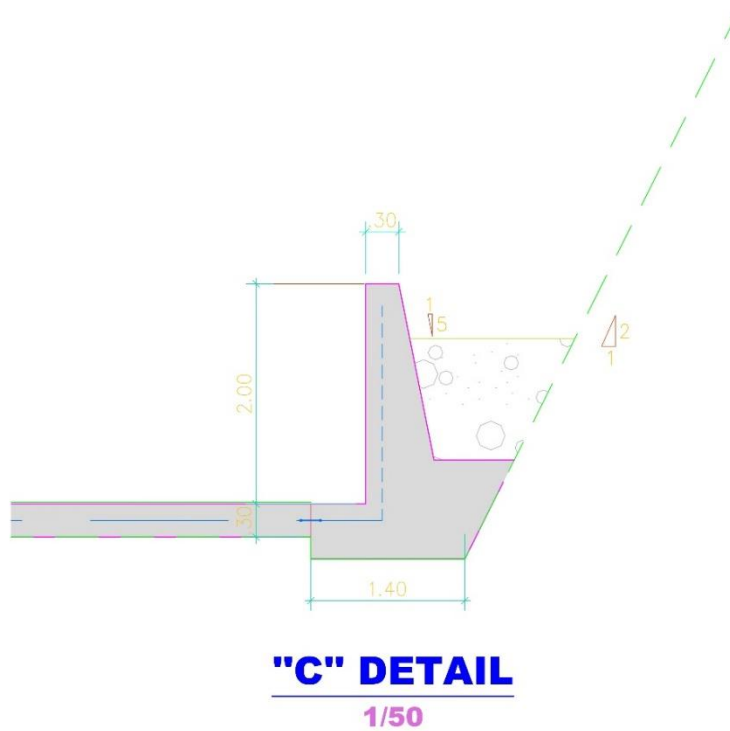


Figura 5.20. Detaji konstruktiv i zgjerimit të kapërderdhësit.

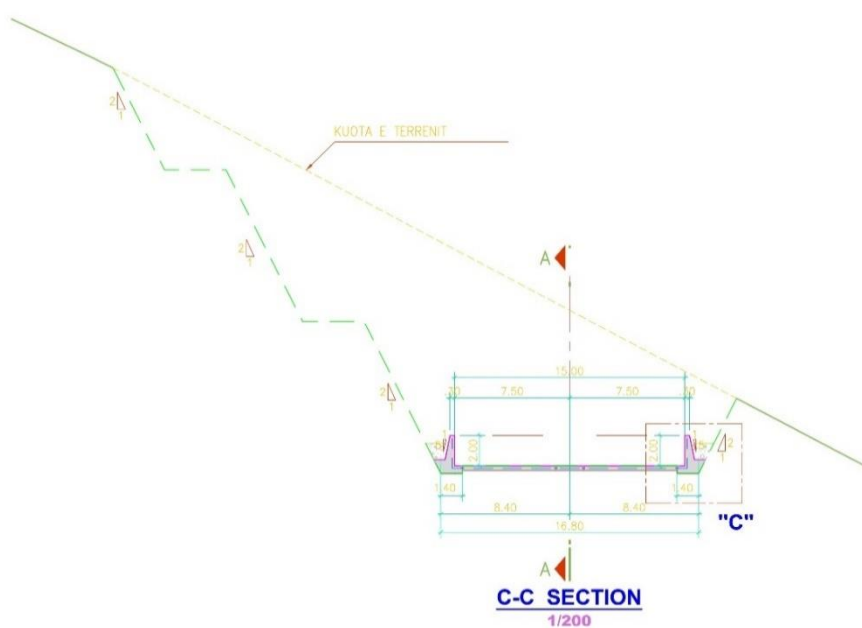


Figura 5.21. Profili tërthor C-C i kapërderdhësit të propozuar me gjerësi 15 m.



Figura 5.22. Prerja D-D e kapërderdhësit të propozuar me gjerësi 15 m.

KAPITULLI VI

6.0 KONKLuzionet dhe PUNA NË TË ARDHMEN

6.1 Konkluzionet

Qëllimi kryesor i këtij punimi ka qenë analiza hidrologjike dhe hidraulike e sistemit shkarkues të Digës së Radoniqit, si dhe propozimi i një zgjidhjeje të përshtatshme për shkarkimin e sigurt të prurjeve të mëdha vërshuese.

Në kuadër të punimit është realizuar analiza e karakteristikave hidrologjike të pellgut ujëmbledhës të rezervuarit, janë vlerësuar prurjet projektuese për periudha të ndryshme të kthimit dhe është përcaktuar prurja projektuese për dimensionimin e sistemit shkarkues. Në bazë të rezultateve të analizës hidrologjike është përvetësuar prurja projektuese $Q = 144.0 \text{ m}^3/\text{s}$, e cila është përdorur për dimensionimin e të gjitha elementeve të sistemit shkarkues.

Nga analiza e kushteve topografike, gjeologjike dhe hidraulike të lokacionit është konstatuar se zgjidhja më e përshtatshme për Digën e Radoniqit është kapërderdhësi anësor i vendosur në krahun e majtë të rezervuarit. Kjo zgjidhje mundëson largimin e sigurt të rrjedhës nga trupi i digës dhe transportimin e kontrolluar të saj drejt rrjedhës natyrore.

Dimensionimi hidraulik ka treguar se sistemi i propozuar, i përbërë nga kapërderdhësi anësor, kanali shkarkues, rrymëshpejtuesi, baseni qetësues dhe sistemi i drenazhimit, është i aftë të përballojë prurjen projektuese pa rrezikuar sigurinë e digës dhe pa shkaktuar dëmtime në strukturat hidroteknike.

Analiza e rrymëshpejtuesit dhe basenit qetësues ka treguar se energjia e rrjedhës mund të reduktohet në mënyrë efektive para shkarkimit në rrjedhën natyrore, duke zvogëluar ndjeshëm rrezikun e erozionit në zonën e daljes.

Nga krahasimi i alternativave të analizuara është konstatuar se kapërderdhësi me gjerësi 15 m paraqet zgjidhjen më të favorshme, duke siguruar kapacitet më të madh shkarkues, kokë më të ulët mbi kreshtë dhe kushte më të mira hidraulike në të gjithë sistemin shkarkues.

Gjithashtu, projektimi i sistemit të drenazhimit kontribuon në zvogëlimin e presioneve ngritëse dhe në rritjen e stabilitetit afatgjatë të strukturave të betonit.

Në bazë të rezultateve të arritura mund të konkludohet se zgjidhja e propozuar përmbush kërkesat hidraulike, konstruktive dhe të sigurisë për funksionimin e Digës së Radoniqit dhe paraqet një alternativë të përshtatshme për shkarkimin e kontrolluar të prurjeve ekstreme.

6.2 Puna në të ardhmen dhe rekomandimet

Përkundër rezultateve të arritura në këtë punim, ekzistojnë mundësi për zgjerimin dhe avancimin e analizave në studime të ardhshme.

Rekomandohet që në fazat e mëtejshme të projektimit të realizohen modelime numerike dy-dimensionale dhe tre-dimensionale të rrjedhës përmes programeve bashkëkohore hidraulike, me qëllim të analizimit më të detajuar të shpërndarjes së shpejtësive, turbulencave dhe humbjeve lokale të energjisë.

Po ashtu rekomandohet realizimi i analizave gjeoteknike në zonën e kapërderdhësit, rrymëshpejtuesit dhe basenit qetësues me qëllim të verifikimit të parametrave të bazamentit dhe të stabilitetit afatgjatë të strukturave.

Në aspektin operativ rekomandohet monitorimi periodik i pragut kapërderdhës, kanalit bartës, rrymëshpejtuesit dhe sistemit të drenazhimit, si dhe pastrimi i rregullt i mbeturinave që mund të ndikojnë në kapacitetin shkarkues të sistemit.

Duke marrë parasysh ndryshimet klimatike dhe rritjen e mundshme të frekuencës së ngjarjeve ekstreme hidrologjike, rekomandohet që në të ardhmen të realizohen analiza të reja të prurjeve maksimale dhe të rishikohen periodikisht kriteret e sigurisë së sistemit shkarkues.

Zbatimi i këtyre rekomandimeve do të kontribuonte në rritjen e sigurisë së Digës së Radoniqit dhe në përmirësimin e menaxhimit të burimeve ujore në të ardhmen.

BIBLOGRAFIA

- BALLO, F. (2010). *Manual i Projektimit e Ndërtimit të Veprave Hidroteknike dhe Kanaleve*. Tiranë: Shtypshkronja Kulvin.
- CDWR. (2017). *Oroville Main Spillway Reconstruction*. California: CALIFORNIA DEPARTMENT OF WATER RESOURCE.
- Department of the Army, U. A. (1992). *HYDRAULIC DESIGN OF SPILLWAYS*. Mississippi: www.PDHUniversity.com .
- Engineering, P. (2019, Maj 28). *Practical Engineering*. Gjetur në <https://practical.engineering>
- FEMA. (1979). *New Federal Guidelines for Selecting and Accommodating Inflow Design Floods for Dams*. United State: Hydrologic Design of Dams in United State.
- ICOLD. (2012). *International Commission on Large Dams (ICOLD)*. Gjetur në <https://cda.ca/international/icold>
- Idrizi, M. Z. (2003). *Objekte Hidroteknike II*. Prishtine.
- IHMK. (a.d.). *INSTITUTI HIDROMETEOROLOGJIK I KOSOVËS*. Gjetur në <http://www.ihmk-rks.net/?page=1,11>
- Irrigation Division, C. (2012). *OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL*. PALAKKAD, KERALA.
- MMPH. (2016). *Rregullore MMPH për mënyrën e përcaktimit të prurjes së pranueshme ekologjike*. Prishtinë: Ministria e Mjedisit dhe Planifikimit Hapsinor.
- MMPHI. (2019). *DRAFT DESIGN REVIEW REPORT OF THE 1982 DETAILED DESIGN FOR KREMENATA DAM*. Prishtinë: Ministria e Mjedisit, Planifikimit Hapësinor dhe Infrastrukturës.
- PCA. (2010). *Roller-Compacted Concrete (RCC)*. Portland: America's Cement Manufacturers.
- Pfister, W. H. (2011). *Historical development of side-channel spillway in hydraulic*. Brisbane, Australia.
- Reçi, p. I. (2007). *HIDRAULIKA*. Tiranë: Shpija Botuese e Librit Shkollor e Re.
- Reclamation, B. o. (August 2014, 12 03). *Appurtenant Structures for Dams (Spillways and Outlet Works) Design Standard*. U.S. Department of the Interior. Gjetur në <https://www.usbr.gov/lc/hooverdam/history/essays/spillways.html>
- Seequent. (2019, 07 17). *Qater Security and Tailings Dams*. Gjetur në <https://www.seequent.com/water-security-and-tailings-dams/>
- Shehu, D. B. (1985). *Hidrologjia Inxhinierike*. Tiranë: Universiteti i Tiranës.
- Stratobërdha, P. d. (2001). *Hidraulika e Zbatuar*. Tiranë: Shtëpia Botuese e Librit Universitar Tiranë.
- Studer Engineering, G. (2012). *Dam Safety Review Kosovo*. Prishtine: Water Task Force.
- Thomas E. Helper, John P. Harrison. (2019). *Spillway Chute Joins*. 9.
- Thomas E. Hepler, P.E. John P. Harrison, P.E. (2019). *The Journal of Dam Safety*. 16(3).
- yahoonews. (2021, 08 18). *yahoo! news*. Gjetur në <https://news.yahoo.co>
- Design of hydraulic structures, Chapter 2 : Spillway