



BASHKIA MALLAKASTËR

OBJEKTI:

“RIKONSTRUKSIONI I DIGËS SË REZERVUARIT GADUROVË”

**PROJEKT ZBATIMI
RAPORTI GJEOTEKNIK**

Përgatitur nga:

SELAS Ltd.

Tiranë, 2024

TABELA E PËRMBAJTES

1.	Hyrje	4
1.1	Objektivat e raportit	4
2.	Karakteristika të përgjithshme lidhur me projektin	5
2.1	Vendodhja.....	5
2.2	Relievi.....	6
3.	Të dhëna të përgjithshme në lidhje me Digën dhe Ujëmbledhësin	7
3.1	Historiku	7
3.2	Diga dhe Ujëmbledhësi	7
3.3	Skarpatat.....	8
4.	Të dhënat gjeologjike dhe sizmike.....	9
4.1	Të dhënat gjeologjike – vetitë fiziko-mekanike të dherave	9
4.2	Të dhënat sizmike – tërmeti dhe nxitimi sizmik projektues	11
5.	Metodologjia e Llogaritjeve dhe Rezultatet	12
5.1	Baza e llogaritjeve gjeoteknike	12
5.1.1	Baza e llogaritjeve të filtrimeve	12
5.1.2	Baza e llogaritjeve të qendrueshmërisë së skarpatës.....	16
5.1.3	Baza e llogaritjeve sizmike.....	17
5.2	Llogaritjet kompjuterike.....	18
5.2.1	Gjeometria e seksioneve	18
5.2.2	Llogaritja e filtrimeve dhe e kurbës së depresionit	19
5.2.3	Llogaritja e qendrueshmërisë së skarpatave – rasti statik	19
5.2.4	Llogaritja e qendrueshmërisë së skarpatave – rasti dinamik.....	20
5.3	Rezultatet e llogaritjeve	21
5.3.1	Rezultatet e gjendjes ekzistuese	21
5.3.2	Gjendja pas masave të propozuara	22
5.3.3	Llogaritja dhe vlerësimi i filtrimeve në trupin e digës	22

LISTA E FIGURAVE:

Figura 2-1	Diga dhe Rezervuari i Gadurovës	5
Figura 2-2	Pozicioni gjeografik i Digës së Gadurovës	5
Figura 2-3	Atlas Shader i Relievit të Luginës, përftuar nga Modeli Dixhital i Terrenit	6
Figura 2-4	Mbivendosje e Modelit Dixhital të Terrenit me Imazherinë	6
Figura 3-1	Fazat e ndërtimit të digës.....	7

Figura 3-2 Pasqyra maksimale e ujëmbledhësit.....	7
Figura 3-3 Skarpata e bjefit të sipërm dhe mbrojtja e skarpatës	8
Figura 3-4 Skarpata e bjefit të poshtëm	8
Figura 5-1 Grafiku i lagështisë natyrore.....	14
Figura 5-2 Grafiku i filtrueshërisë së suargjilave.....	15
Figura 5-3 Akselerograma e tërmetit projektues.....	18
Figura 5-4 Gjeometria e seksionit tip të modeluar të digës	18
Figura 5-5 Kushtet e ngarkimit për realizimin e modelimit të filtrimeve.....	19
Figura 5-6 Rrjeti i pikave dhe tangenteve që formojnë rrathët e qendrueshmërisë.....	20
Figura 5-7 Kushtet e realizimit të modelimit dinamik	21
Figura 5-8 Zona e filtrimeve në trupin e digës	22

LISTA E TABELAVE:

Tabela: 4-1 Vetite fiziko-mekanike, shtresa 1	9
Tabela: 4-2 Vetite fiziko-mekanike, shtresa 2.....	10
Tabela: 4-3 Vetite fiziko-mekanike, shtresa 3.....	11
Tabela: 4-4 Rreziku sizmik për njësinë administrative Fratar (si njësia më e afërt me sheshin e studimit)	11
Tabela: 5-1 Faktori i siguriisë si funksion i klasit të veprës.....	17

ANEKSE:

Modelimi Gjeoteknik i Digës

1. Hyrje

1.1 Objektivat e raportit

Qëllimi i këtij raporti është kontrolli, llogaritja dhe nxjerrja e rezultateve në lidhje me qendrueshmërinë e digës në tërësi, si në rastin e operimit edhe në rastin e lëkundjeve sizmike. Nga këto rezultate jepen masat e propozuara për përmirësimin e gjendjes së veprës. Përmbajtja e këtij raporti dhe rezultatet e pritshme janë:

- Studimi i përgjithshëm gjeoteknik
- Studimi i gjendjes ekzistuese të dherave duke marrë në konsideratë konkluzionet e raporteve gjeologjike dhe sizmike
- Vlerësimi i filtrimeve ekzistuese në trupin e digës
- Masat e propozuara për përmirësimin e gjendjes së skarpatave
- Masat e propozuara për uljen e filtrimeve në trupin e digës
- Vlerësimi i qendrueshmërisë së skarpatave pas ndërhyrjeve
- Vlerësimi i filtrimeve në trupin e digës pas ndërhyrjeve

2. Karakteristika të përgjithshme lidhur me projektin

Diga e Gadurovës është një digë dhe homogjene e cila formon një rezervuar i cili i shërben për vaditje fushave të mbjella pranë fshatit Gadurovë, Bashkia Mallakastër.



Figura 2-1 Diga dhe Rezervuari i Gadurovës

2.1 Vendodhja

Diga e Gadurovës ndodhet rreth 500 metër në jug të fshatit Gadurovë, Bashkia Mallakastër, në grykën e përroit të Zi i cili buron në fshatin Allkomemaj, Bashkia Memaliaj. Pozicioni i digës është mes fshatit Gadurovë dhe Ninësh në koordinatat gjerësi gjeografike 40°30' 45" dhe gjatësi gjeografike 19°50' 52". E rrethuar nga kodra nga të dy anët dhe me një pellg të madh ushqyes që shtrihet në dy bashki, diga është e aksesueshme nga rruga Ninësh-Gadurovë e cila edhe kalon mbi trupin e digës.



Figura 2-2 Pozicioni gjeografik i Digës së Gadurovës

2.2 Relievi

Lugina e Përroit të Zi nis në kodrat rreth fshatit Allkomemaj dhe pas kalimit të digës lidhet dhe shkarkon në lumin e Povlës. E gjithë lugina rrethohet nga kodra të cilat shkojnë 200-250 metër mbi nivelin e përroit. Gjatësia totale e luginës nga pika më e largët në fshatin Allkometaj deri në digë është rreth 6 km ndërkohë që diga është pozicionuar në fund.

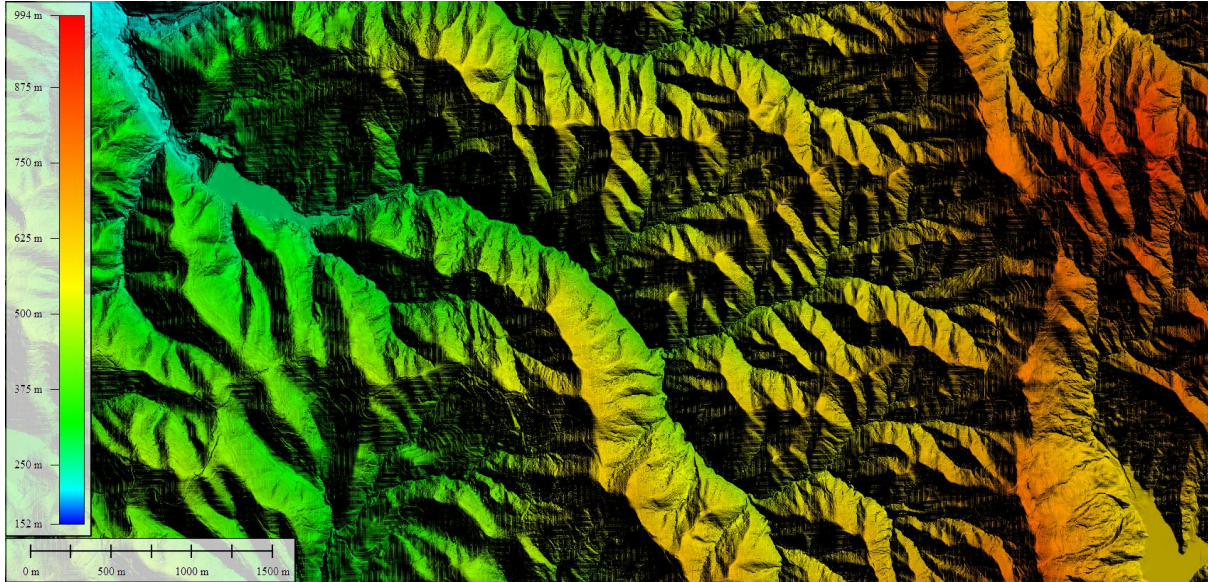


Figura 2-3 Atlas Shader i Relievit të Luginës, përftuar nga Modeli Dixhital i Terrenit

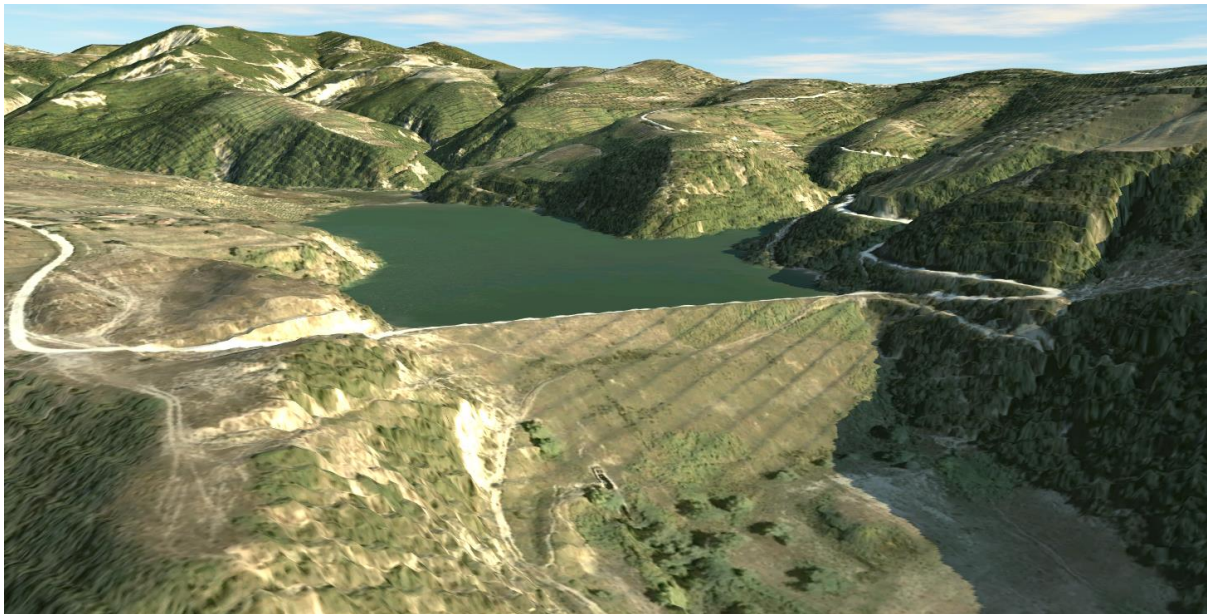


Figura 2-4 Mbivendosje e Modelit Dixhital të Terrenit me Imazherinë

3. Të dhëna të përgjithshme në lidhje me Digën dhe Ujëmbledhësin

3.1 Historiku

Projektuar në vitet 60' dhe nisur zbatimimi në vitin 1969, Diga e Gadurovës është vënë në përdorim në vitin 1971.



Figura 3-1 Fazat e ndërtimit të digës

3.2 Diga dhe Ujëmbledhësi

Diga e Gadurovës është një digë dheu homogjene ndërtuar në bazament suargjilor, realizuar kryesisht me suargjilë të gërmuar dhe sjellë nga karriera shumë pranë aksit të digës. Diga, në seksionin më të gjerë saj ka një lartësi 38 metra dhe gjerësi seksioni 166 metra. Gjerësia e kurorës është 5 metra dhe gjatësia 173 metra. Referuar nivelit të detit, kuota e kurorës është 272 m.m.n.d. Niveli maksimal i pasqyrës së ujëmbledhësit është 268 metër m.n.d. ose 4 metër nën lartësinë e kurorës (lartësi rezervë/franko prej 4 metër). Volumi maksimal i ujëmbledhësit (përfshi volumin e vdekur, llogaritur deri në kuotën 268 metër m.n.d) është 1,170,000 m³.

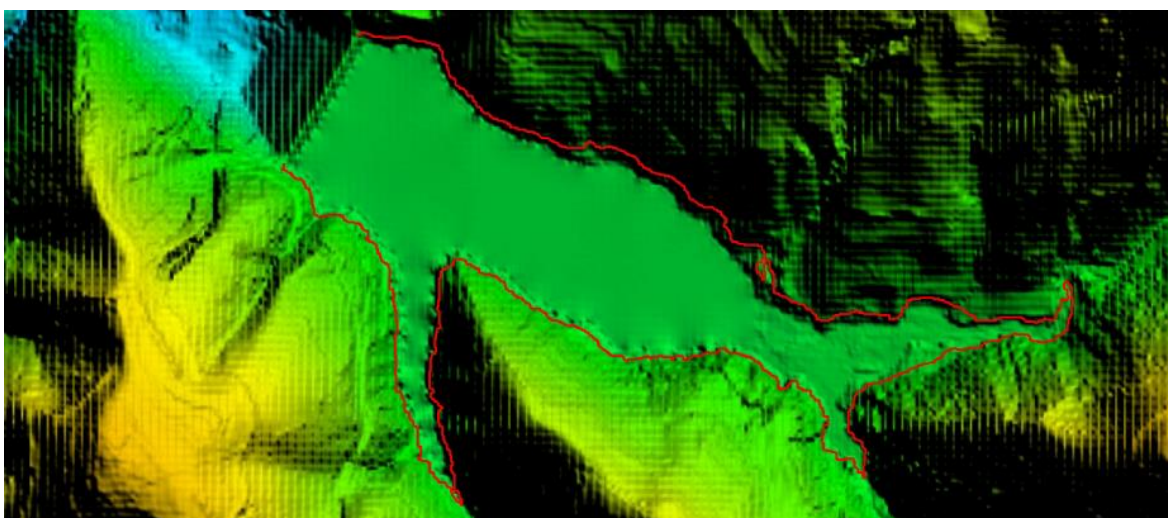


Figura 3-2 Pasqyra maksimale e ujëmbledhësit

3.3 Skarpatat

Skarpata e digës nga ana e bjeftit të sipërm është e mbrojtur nga një veshje me gurë me trashësi $t=20\text{cm}$ vendosur mbi një shtresë zhavorri me trashësi $t=10\text{cm}$ duke filluar nga kurora (272 m.m.n.d) deri poshtë tek niveli maksimal i projektuar i sedimentimit (256 m.m.n.d) për të penguar efektin gërryes të dallgëve në ujëmbledhës së bashku me sufozinë në rast të një shkarkimi emergjent të ujëmbledhësit. Kjo skarpatë ka pjerrësi të ndryshueshme, duke nisur nga 1:4 në bazament, më pas 1:3.5 në mes dhe pjesa e mbrojtur nga gurët ka pjerrësi 1:3.



Figura 3-3 Skarpata e bjeftit të sipërm dhe mbrojtja e skarpatës

Skarpata e digës nga ana e bjeftit të poshtëm është më pak e pjerrët, por me pjerrësi të ndryshueshme dhe berma me gjerësi 3 metër në çdo ndryshim pjerrësie: pjerrësi 1:3.5 në bazament, 1:3 në mes dhe 1:2.5 në afërsi të kurorës.



Figura 3-4 Skarpata e bjeftit të poshtëm

4. Të dhënat gjeologjike dhe sizmike

Çdo llogaritje gjeoteknike e realizuar në kornizën e këtij raporti është bazuar plotësisht tek rezultatet e matjeve dhe përpunimit të të dhënave, detajuar në Raportin Gjeologjik dhe Raportin Sizmik.

Të gjithë parametrat gjeologjikë dhe sizmikë të dherave që përbëjnë trupin e digës jepen në vijim.

4.1 Të dhënat gjeologjike – vetitë fiziko-mekanike të dherave

SHTRESA Nr.1

Perfaqesohet nga: Mbushja e trupit te diges qe perbehet nga suargjila, surera me ngjyre bezhe ne kafe, kane ngjeshmeri jo uniforme, ka pjese ku predominon fraksioni reres qe dhe pershkueshmeria eshte me e madhe. Jane mesatarisht te ngjeshura. Takohet ne thellesite nga Kurora e diges deri ne afro 36.4 m (pershi edhe thellesisne e dhembit te inkastrimit te diges). Karakteristikat fiziko-mekanike per kete shtrese jane:

Perberja granulometrike

- | | |
|-------------------------------------|---------|
| • Fraksioni argjilor < 0.002 mm | 33.80 % |
| • Fraksioni pluhuror 0.002-0.075 mm | 35.60 % |
| • Fraksioni rere < 4.75 mm | 17.30 % |
| • Fraksioni zhavoror > 4.75 m 1 | 3.30 % |

Plasticiteti

- | | |
|---|--|
| • Kufiri i siperm i plasticitetit | WI = 39.80 % |
| • Kufiri i poshtem i plasticitetit | Wp = 21.40 % |
| • Numri i plasticitetit | Ip = 18.4 |
| • Lageshtia natyrore | Wn = 24.60 % |
| • Pesha specifike | $\gamma_s = 2.65 \text{ T/m}^3$ |
| • Pesha volumore ne gjendje natyrale | $\Delta = 1.98 \text{ T/m}^3$ |
| • Koeficienti i porozitetit | $\epsilon = 0.72$ |
| • Indeksi konsolidimit | $C_v\text{-fin} = 4.50 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2/\text{sec}$ |
| • Moduli i kompresionit oedometrik | E = 7.85 MPa |
| • Kendi i ferkimit te brendshem | $\phi = 21.40^\circ$ |
| • Kohezioni | C = 23.60 kPa |
| • Triaxial UU | $C_u = 72.50 \text{ kPa}$ |
| • Ngarkesa e lejuar ne shtypje | $\sigma = 1.60 \text{ kg/cm}^2$ |
| • Numri i goditjeve per 30cm i testit SPT | Nspt = 10-12 |

Tabela: 4-1 Vetite fiziko-mekanike, shtresa 1

SHTRESA Nr.2

Perfaqesohet nga: Suargjila te mesme deri te lehta pluhurore me ngjyre kafe ne bezhe, jane me lageshti, jane ne gjendje plastike, permban guriçka te vogla. Jane pak deri ne mesatarisht

te ngjeshura. (kjo eshte toka natyrore). Takohet ne thellesite; 3.20m, nen mbushjen e diges se Gaduroves.

Karakteristikat fiziko-mekanike per kete shtrese jane:

Perberja granulometrike

- Fraksioni argjilor < 0.002 mm 36.40 %
- Fraksioni pluhuror 0.002-0.075 mm 37.50 %
- Fraksioni rere < 4.75 mm 18.30 %
- Fraksioni zhavoror > 4.75 m 7.80 %

Plasticiteti

- Kufiri i siperm i plasticitetit WI = 41.70 %
- Kufiri i poshtem i plasticitetit Wp = 20.20 %
- Numri i plasticitetit Ip = 21.50
- Lageshtia natyrore Wn = 24.80 %
- Pesha specifike $\gamma_s = 2.62 \text{ T/m}^3$
- Pesha volumore ne gjendje natyrale $\Delta = 1.97 \text{ T/m}^3$
- Koeficienti i porozitetit $\epsilon = 0.67$
- Indeksi konsolidimit Cv-fin = $3.80 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2/\text{sec}$
- Moduli i kompresionit oedometrik E = 8.45MPa
- Kendi i ferkimit te brendshem $\phi = 18.60^\circ$
- Kohezioni C = 21.5 kPa
- Triaxial UU Cu = 62.70 kPa
- Ngarkesa e lejuar ne shtypje $\sigma = 2.00 \text{ kg/cm}^2$
- Numri i goditjeve per 30cm i testit SPT N_{spt} = 16-18

Tabela: 4-2 Vetite fiziko-mekanike, shtresa 2

SHTRESA Nr.3

Perfaqesohet nga: Argjilite, Alevrolite dhe Ranore me ngjyre bezhe ne gri, me çimentim te dobet deri mesatar. Nganjehere shtresat e ranoreve jane me çimentim shume te dobet dhe gjate shpimit dalin ne formen e reres. Jane me çarje. Jane te ngjeshura. Takohet ne thellesite: nen shtresen deluvialo eluviale dhe shkon deri ne thellesine 12.00m.

Karakteristikat fiziko-mekanike per kete shtrese jane:

- Lageshtia natyrore Wn = 12.30 %
- Pesha specifike $\gamma_s = 2.63 \text{ T/m}^3$
- Pesha volumore ne gjendje natyrale $\Delta = 2.21 \text{ T/m}^3$
- Koeficienti i porozitetit $\epsilon = 0.48$
- Moduli i kompresionit oedometrik E= 365 kg/cm²
- Kendi i ferkimit te brendshem $\phi = 27.90^\circ$
- Kohezioni C = 0.52 kg/ cm²
- Ngarkesa e lejuar ne shtypje $\sigma = 3.20 \text{ kg/cm}^2$
- Rezistenca e pakufizuar ne shqypje e shkembit UCS = 1.64 MPa
- Numri i goditjeve per 30cm i testit SPT N_{spt} = 52-58

Tabela: 4-3 Vetite fiziko-mekanike, shtresa 3

SHTRESA Nr.4

Perfaqesohet nga: Argjilite, Alevrolite dhe Ranore me ngjyre gri, me çimentim mesatar deri te mire. Nganjehere shtresat e ranoreve jane me çimentim shume mire dhe dalin karrote te mira. Jane me çarje. Jane te ngjeshura. Takohet ne thellesite: 12.00-20.00m. Karakteristikat fiziko-mekanike per kete shtrese jane:

- Lageshtia natyrore Wn = 8.60 %
- Pesha specifike $\gamma_s = 2.64 \text{ T/m}^3$
- Pesha volumore ne gjendje natyrale $\Delta = 2.34 \text{ T/m}^3$
- Koeficienti i porozitetit $\epsilon = 0.32$
- Moduli i kompresionit oedometrik $E = 568 \text{ kg/cm}^2$
- Kendi i ferkimit te brendshem $\phi = 29.20^\circ$
- Kohezioni $C = 0.74 \text{ kg/cm}^2$
- Ngarkesa e lejuar ne shtypje $\sigma = 3.60 \text{ kg/cm}^2$
- Rezistenca e pakufizuar ne shqypje e shkembit UCS = 2.80 MPa
- Numri i goditjeve per 30cm i testit SPT Nspt = 108-110

Me të dhënat e mësipërme do të gjenerohet forma e digës me dhera me vetitë e mësipërme gjatë llogaritjeve kompjuterike. Për shkak të punimeve që do të realizohen në skarpata shtresa nr.1 do të supozohet me të njëjta veti me ato të shtresës nr.2. Shtresa nr.3 do të supozohet si bazamenti flishor i digës, ndodhur nën dhëmbin ose mbushjen e digës.

4.2 Të dhënat sizmike – tërmeti dhe nxitimi sizmik projektues

Vlerësimi probabilitar i rrezikut sizmik të sheshit të studimit është bërë duke u bazuar në raportin Gjeologo-Sizmiologjik, por duke marrë në konsideratë edhe kërkesat sipas **VKM Nr. 1162 Pika 1.1** "Kërkesa bazë në zbatim të standardit të projektimit për vlerësimin e rrezikut sizmik (si kusht minimal)".

Bazuar sa më sipër janë bërë vlerësimet , kryesisht për kushtin e dëmtimeve të kufizuara (me probabilitet tejkalimi 10% në 10 vjet, periudhë tejkalimi 95 vjet) dhe për kushtin e mos shembjes (probabilitet tejkalimi 10% në 50 vjet, periudhë tejkalimi 475 vjet).

Bazuar në rekomandimin e IGJEO, por edhe të Vendimit të KKDM-se Nr 15 viti 2021 vlerat e rrezikut sizmik për këto nivele performance paraqiten si më poshtë :

	10% në 10 vjet (PP =95 vjet)	10% në 50 vjet (PP =475 vjet)
PGA	0.151	0.312

Tabela: 4-4 Rreziku sizmik për njësinë administrative Fratar (si njësia më e afërt me sheshin e studimit)

VLERAT E PRANUARA NE PROJEKTIM:

1) Sheshi i ndertimit ne studim klasifikohet si truall i kategorise se II-te sipas KTP-N.2-89, truall i klases "D" sipas Eurokodit 8 (EC-8, 2003).

2) Parametrat kryesore te rrezikut sizmik të sheshit te ndërtimit në studim në kushte trualli shkëmbor jane:

a) për periudhë përsëritje 95 vjet: shpejtimi maksimal PGA = 0.151 g

b) për periudhë përsëritje 475 vjet: shpejtimi maksimal PGA = 0.312 g.

3) Sipas Kodit Shqiptar të Projektimit KTP N.2 - 89 parametrat për sheshin konkret të ndërtimit janë: intensitet 8 ballë (MSK-64), truall i kategorisë së III-të: $kE = 0.26$ g, $\beta(T) = 1.7$, dhe shpejtimi spektral maksimal: $S_a = 0.442$ g, $T_C = 0.65$ sek, $T_D = 1.69$ sek.

4) Sipas Eurokodit 8, spektrat elastike te reagimit jane:

- Per probabilitet 10 % / 10 vjet për kategorinë “D” të truallit sipas EC-8 rezultojnë parametrat: shpejtimi spektral maksimal $a_0=0.2079$ g; $S_e(T) = 0.520$ g, $S = 1.35$, $T_B = 0.2$ sek, $T_C = 0.8$ sek, dhe $T_D = 2.0$ sek, dhe

- Per probabilitet 10 % / 50 vjet për kategorinë “D” të truallit sipas EC-8 rezultojnë parametrat: shpejtimi spektral maksimal $a_0=0.4212$ g; $S_e(T) = 1.053$ g, $S = 1.35$, $T_B = 0.2$ sek, $T_C = 0.8$ sek, dhe $T_D = 2.0$ sek.

- Per probabilitet 10 % / 10 vjet për kategorinë “D” të truallit sipas EC-8 rezultojnë parametrat: $avg = 0.154 \cdot 0.9 = 0.1386$ g $T_B = 0.05$ sek., $T_C = 0.15$ sek., dhe $T_D = 1.0$ sek.

- Per probabilitet 10 % / 50 vjet për kategorinë “D” të truallit sipas EC-8 rezultojnë parametrat: $avg = 0.312 \cdot 0.9 = 0.2808$ g $T_B = 0.05$ sek., $T_C = 0.15$ sek., dhe $T_D = 1.0$ sek.

5) Nje parameter i rëndesishem per reagimin dinamik te truallit jane periodat e vibrimit te pakos se depozitimeve dherore te vendosur mbi shkëmbinjtë rrenjesore. Perioda e vibrimit te truallit nga llogaritjet me programin “SHAKE 2000” per kete shesh ndertimi luhetet ne intervalin 0.03 sek – 0.6 sek.

Perioda predominuese e vibrimit te truallit ne sheshin e ndertimit sipas formule $TP = 4H / V$ rezulton: $TP = 4 \times 30 / 131 = 0.091$ sek,

5. Metodologjia e Llogaritjeve dhe Rezultatet

Synimi i llogaritjeve gjeoteknike është verifikimi i plotë i gjendjes ekzistuese të digës përta i përket filtrimeve, qendrueshmërisë së skarpatave në skenarin statik dhe atë dinamik.

Më pas e njëjta do të bëhet lidhur me digën pas ndërhyrjeve të propozuara, duke bërë bilancin final nga ku do të dilet në përfundimet se sa janë reduktuar filtrimet dhe sa është rritur siguria e skarpatave përta i përket qendrueshmërisë.

5.1 Baza e llogaritjeve gjeoteknike

5.1.1 Baza e llogaritjeve të filtrimeve

Filtrimet në trupin e digës janë varësi e drejtpërdrejtë e koeficientit të filtrimit të dherave që përbëjnë trupin e digës.

Në rastin e llogaritjeve të gjendjes ekzistuese do të konsiderohen dy shtresat kryesore prej suargjile, ku e poshtmeja është më e konsoliduar dhe më pak e përshkueshme se e sipërmeja. Krahas këtyre shtresave, do të merren parasysh shtresa e aluvionit mbi trupin e digës, e cila

është më pak e filtrueshme dhe bazamenti i digës ose mbështetja e cila ka filtrueshmërinë më të ulët.

Duke konsideruar një nivel maksimal llogaritës, i cili në çdo rast është 2 metër nën kurorën e digës (po aq sa buza e shkarkuesit) e që shërben si sipërfaqe e kontaktit së bashku me një pikë fundore drenimi në fund të seksionit, e cila do të supozohet të ketë presion ujërash nëntokësore zero – do të llogaritet kurba e depresionit.

Kurba e depresionit shërben fillimisht për vlerësimin e prurjes dalëse për shkak të filtrimit, nga e cila bëhet edhe bilanci përfundimtar uJOR dhe kontrollohet efektiviteti i masave të marra kundër filtrimit.

Kjo kurbë, thuajse në çdo rast në digat homogjene prej dheu, del mbi vijën e sipërfaqes, duke u përkthyer në sipërfaqe e njëkohësisht prurje dalëse. Synimi i ndërhyrjeve është jo vetëm minimizimi i kësaj prurje dalëse duke zvogëluar seksionit dalës të filtrimeve por gjithashtu edhe uljen e kurbës së depresionit dhe kuotës së daljes në sipërfaqe.

Lidhur drejtpërdrejt me kurbën e depresionit, në rastin e ngarkimit sizmik, është presioni i poreve. Duke spostuar më poshtë kurbën e depresionit edhe presioni i poreve, së bashku me zonën ku ka potencial të krijohet, zvogëlohen ndjeshëm, duke rritur sigurinë e digës përsa i përket qëndrueshmërisë së skarpave në rastin e ngarkimit sizmik.

Si konstant është pranuar gjithashtu edhe koeficienti i filtrimit në bazament së bashku me atë të aluvioneve (të cilët janë supozuar lymra të imët) të dy me vlerën $k=10^{-8}$ m/s ndërkohë që bazamenti nën shtresën e matur të mbështetjes së digës (ose sipas gjeologjisë shtresa nr. 4) është supozuar si limit i papërshkueshëm nga uji.

IPranoi si konstant për bazamentin është bërë për shkak se është goxha i konsoliduar ndërsa për aluvionin është bërë pasi kërkohet vlera minimale, pa marrë parasysh konsolidim për shkak të peshës së ujit mbi dherat.

Në rastin e suargjilave janë marrë parasysh në llogaritje lagështia natyrore e dherave dhe koeficienti i filtrimit, të dy në trajtë grafike e jo konstante.

Lagështia natyrore e suargjilave jep grafikun si funksion i lagështisë së matur në raportin gjeologjik, e cila është 24.6% për shtresën e sipërme dhe 24.8% për shtresën e poshtme. Koeficienti i filtrimit i përfutur grafikisht merr për bazë tre faktorë: grafikun e lagështisë natyrore nga mësipër, koeficient e filtrimit bazë të suargjilave ($k=10^{-5}$ m/s) dhe vlerat e lagështisë po nga mësipër. Nga to, duke përdorur metodën llogaritëse të Van Genuchten është përfutur grafiku i filtrimit.

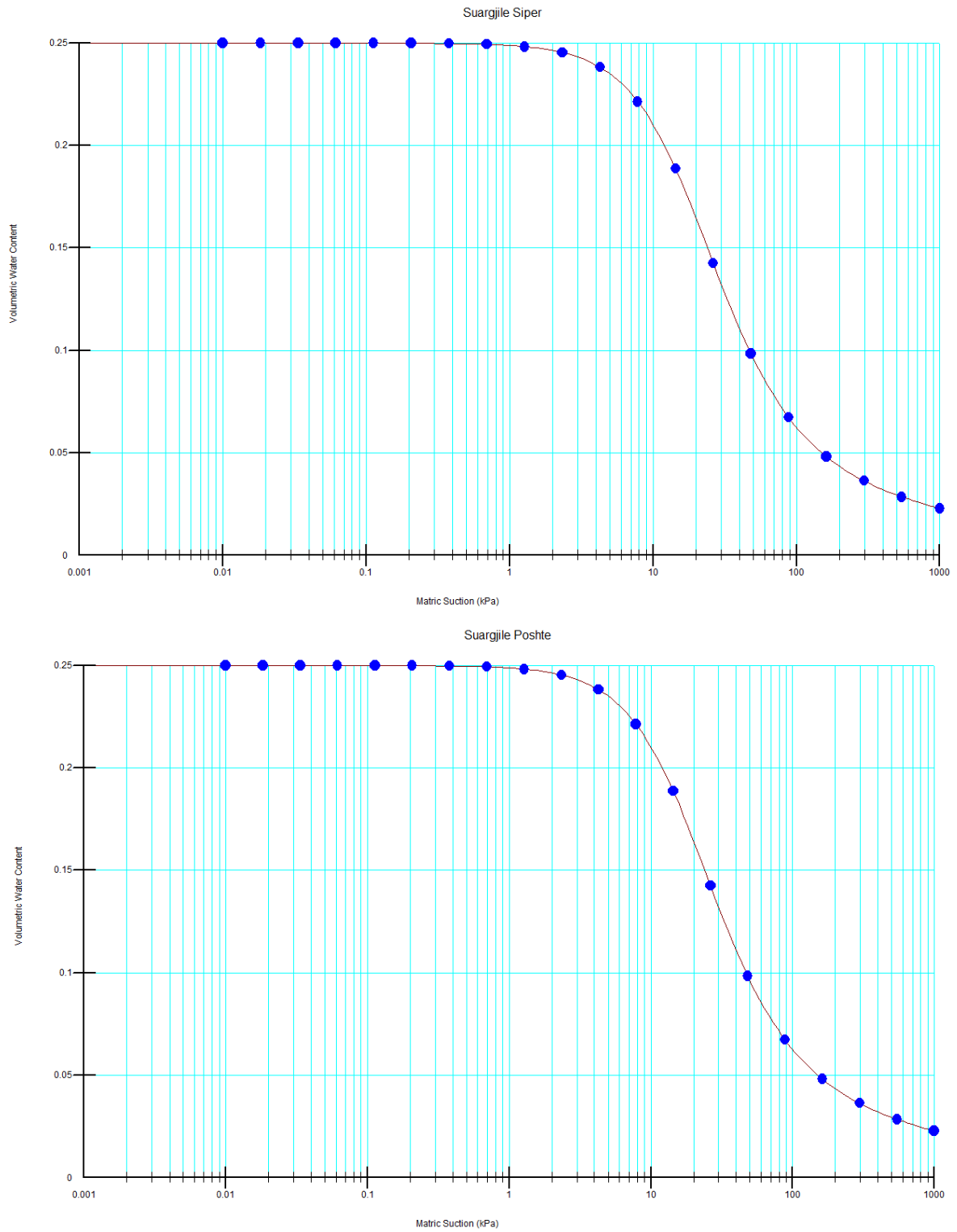


Figura 5-1 Grafiku i lagështisë natyrore

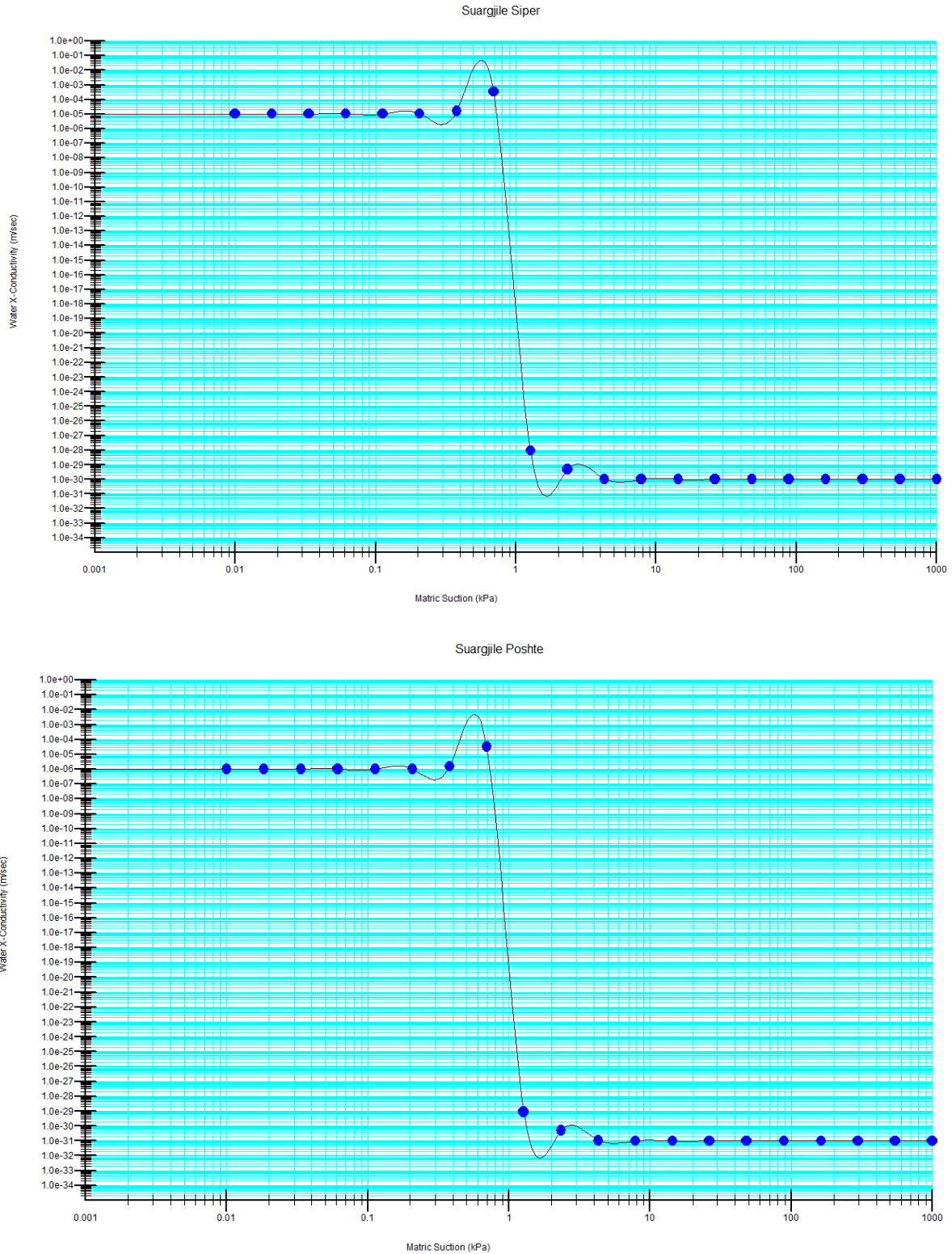


Figura 5-2 Grafiku i filtrueshmërisë së suargjilave

Me të dhënat e mësipërme mund të llogaritet plotësisht kurba e depresionit për një seksion tip të digës dhe të përcaktohet përafërsisht sipërfaqja filtruese.

Koeficienti i filtrimit në dalje do të pranohet sa vlera minimale për suargjilat e cila është $k=10^{-5}$ m/s. Sipërfaqja dalje do të mbliidhet në mënyrë progresive për çdo seksion dhe do të shumëzohet me vlerën e mësipërme, për të përfutur prurjen e plotë dalje (në m³/s).

5.1.2 Baza e llogaritjeve të qendrueshmërisë së skarpatës

Llogaritja e qendrueshmërisë së skarpatave i referohet kontrollit gjeoteknik të ekuilibrit limit që realizohet në skarpata kundrejt rrëshqitjes, duke u bazuar në një koeficient (faktor) sigurie i cili është funksion i llojit të veprës.

Ky kontroll bëhet duke ndarë zonën e supozuar të rrëshqitjes në elementë njësi më të vegjël, ku secili element ka vlerat e tij të sforcimeve normale dhe tangenciale.

Metoda e zgjedhur (dhe njëkohësisht ajo që jep rezultatet më të sakta) është ajo që konsideron ekuilibrin e forcave së bashku me ekuilibrin e momenteve dhe marrëdhënien mes tyre – Metoda Morgenstern-Price.

Shtrohen më poshtë formulat llogaritëse për elementët njësi.

Faktori i sigurisë përta i përket ekuilibrit të momentit llogaritet si:

$$F_m = \frac{\sum (c' \cdot \beta \cdot R + (N - \nu \cdot \beta) \cdot R \cdot \tan \phi')}{\sum W \cdot x - \sum N \cdot f \pm \sum D \cdot d}$$

Faktori i sigurisë përta i përket ekuilibrit të forcës llogaritet si:

$$F_f = \frac{\sum (c' \cdot \beta \cdot \cos \alpha + (N - \nu \cdot \beta) \cdot R \cdot \tan \phi' \cdot \cos \alpha)}{\sum N \cdot \sin \alpha - \sum D \cdot \cos \omega}$$

Ekuacioni i llogaritjes së forcës normale jepet:

$$N = \frac{W + (X_R - X_L) \cdot \frac{c' \cdot \beta \cdot \sin \alpha + \nu \cdot \beta \cdot \sin \alpha \cdot \tan \phi'}{F}}{\cos \alpha + \frac{\sin \alpha \cdot \tan \phi'}{F}}$$

Nga ku:

c' – kohezioni efektiv

Φ' – këndi efektiv i fërkimit të brendshëm

u – presioni i poreve

N – forca normale bazë në elementin njësi

W – pesha e elementit njësi

D – ngarkesa e përqëndruar pikësore

$\beta, R, x, f, d, \omega$ – parametra gjeometrikë

α – këndi i pjerrësimit në bazë të elementit njësi

F – vlera e F_m kur llogaritet faktori sipas momentit dhe F_f kur llogaritet sipas forcës

X_R dhe X_L – sforcimet tangenciale në faqen e djathtë dhe të majtë të elementit njësi

Në fund, si produkt i shumatores të të gjithë forcave dhe momenteve të elementëve njësi, bëhet një raport, i cili përfaqëson faktorin e sigurisë, ose siç njihet në literaturën e veprave hidroteknike – koeficienti i rezervës në rrëshqitje (K_{RR}).

Ky koeficient jepet si raport i shumës së forcave dhe momenteve që pengojnë rrëshqitjen kundrejt atyre që ndikojnë në rrëshqitje.

Rezerva jepet në bazë të llojit dhe klasit të veprës. Për digat homogjene ajo jepet sipas klasit të veprës, bazuar në VKM Nr. 68 13.02.1989:dhe duke mbajtur në konsideratë Vendimin e KKDM Nr 15 të vitit 2021. Shih tabelën në vijim

Klasi i veprës	Klasi I	Klasi II	Klasi III	Klasi IV
Rezerva ($K_{RR,S}$)	1.35-1.45	1.30-1.40	1.25-1.30	1.20-1.25
Rezerva ($K_{RR,D}$)	1.05-1.10	1.04-1.08	1.03-1.05	1.02-1.05

Tabela: 5-1 Faktori i sigurisë si funksion i klasit të veprës.

Duke qenë se diga është e Klasit II, në asnjë rast në llogaritjen e planeve të rrëshqitjes dhe faktorit përkatës të sigurisë vlera nuk duhet të zbresë nën $K=1.30$ (rasti statik) dhe $K=1.05$ (rasti dinamik).

5.1.3 Baza e llogaritjeve sizmike

Në rastin e lëkundjeve sizmike, shtohen në llogaritje edhe dy forca të tjera, të cilat ndikojnë negativisht në ekuilibrin limit të skrapatës: *forca sizmike dhe presioni i poreve, të dyja të shkaktuara nga nxitimi sizmik.*

Nxitimi sizmik shkakton forca inercie, të cilat janë horizontale dhe vertikale e me qendër në mesin gjeometrik të çdo elementi njësi llogaritëse e që përcaktohen me formulën :

$$F_h = \frac{a_h \cdot W}{g} \quad \text{ku:}$$

$$F_v = \frac{a_v \cdot W}{g}$$

F_h dhe F_v – forcat e shkaktuara nga nxitimi sizmik, horizontale dhe vertikale

a_h dhe a_v –nxitimi sizmik, horizontal dhe vertikal

g – nxitimi i rënies së lirë

W – pesha e elementit njësi

Përsa i përket nxitimit sizmik, vlera e tij do të merret nga spektri i projektimit dhe të përkthehet në një akselerogramë, me kohëzgjatje prej 4 sekonda, vlerë maksimale sa vlera e spektrit dhe vlera nxitimesh njëra pozitive e ndjekur në mënyrë periodike nga një negative. Kjo krijon një akselerogramë llogaritëse, e cila jepet si më poshtë:

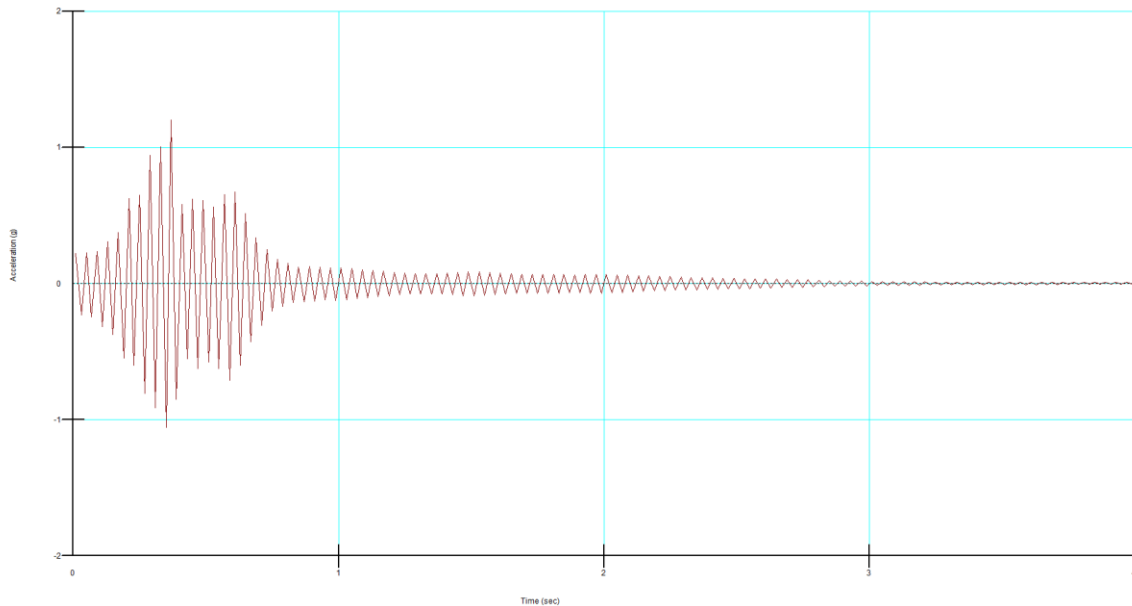


Figura 5-3 Akselerograma e tërmetit projektues

Llogaritja e forcave do të bëhet për çdo hap kohor prej 0.02 sekondash, i cili përkon me një vlerë të re nxitimi sizmik e me shenjë të ndryshme. Kjo jep forca me kah të ndryshëm çdo hap llogaritës.

5.2 Llogaritjet kompjuterike

Të gjithë llogaritjet kompjuterike janë realizuar në software **GeoStudio**.

Llogaritjet janë realizuar përpara i përket filtrimeve dhe qendrueshmërisë së skarpatave në rastin statik dhe dinamik. Seksionet e zgjedhura për llogaritje janë të bazuara në seksionin me lartësinë më të madhe, i cili është kontrolluar si në rastin para ndërhyrjeve.

5.2.1 Gjeometria e seksioneve

Seksioni përbëhet nga 3 elementë kryesorë për rastin ekzistues. Seksioni ekzistues ruan formën ekzistuese përpara i përket sipërfaqes së tokës. Bazamenti është supozuar si një taban argjile kompakte, me trashësi prej 8 metër (ose 4 metër mbi dhëmbin me lartësi 4 metër). Mbi të vendoset shtresa e poshtme suargjilore e cila është një prizëm me veti fiziko-mekanike më të mira e që në taban është e mbërthyer në dhëmbin e digës. Në krye gjendet shtresa e sipërme suargjilore me veti më pak të mira fiziko-mekanike.

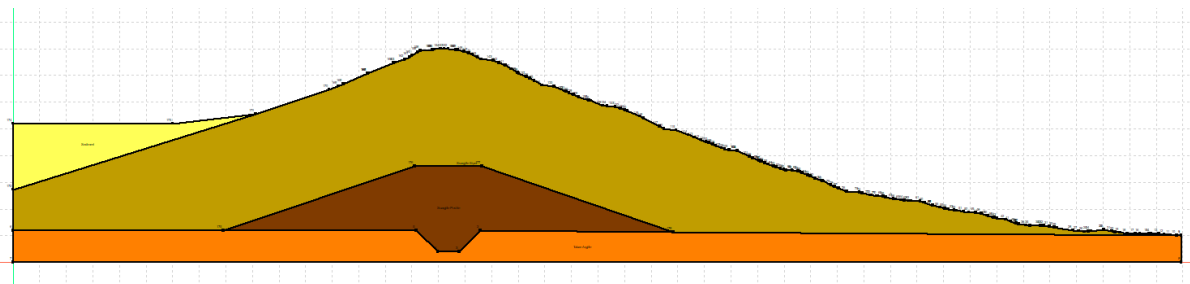


Figura 5-4 Gjeometria e seksionit tip të modeluar të digës

5.2.2 Llogaritja e filtrimeve dhe e kurbës së depresionit

Për llogaritjen e filtrimeve, fillimisht janë modeluar fizikisht përsa i përket filtrimeve, të gjithë materialet e përmendur më sipër, përkatësisht:

- Tabani argjilor – i ngopur, me $k=10^{-8}$ m/s
- Suargjila sipër – i ngopur / i pangopur – grafikisht si funksion i lagështisë dhe $k=10^{-5}$ m/s
- Suargjila poshtë – i ngopur / i pangopur – grafikisht si funksion i lagështisë dhe $k=10^{-5}$ m/s

Kushtet dhe supozimet bazë të pranuar gjatë llogaritjes kompjuterike janë si vijon:

- Të gjitha faqet kufizuese anësore të modelit (majtas, djathtas, poshtë) janë supozuar si limite të papërshkueshme nga uji (nga të cilat uji nuk largohet).
- Pika fundore e seksionit është supozuar me presion uji zero, si zonë ku uji ka mundësi të dalë pas filtrimit.
- E gjithë faqja e bjeftit të poshtëm, nga 2 metër poshtë kurorës e deri në fund, është supozuar si zonë ku ka potencial (fizikisht) për të filtruar, me vlerë fillestare filtrimi zero.
- E gjithë faqja e bjeftit të sipërm, nga 2 metër poshtë kurorës e deri në fund, është supozuar si rezervuari, me një ngarkesë presioni konstante (H), të barabartë me kuotën (lartësinë) e barazvlefshme me kurorën minus 2 metra.

Me këto kushte është e mundur të bëhet llogaritja e filtrimit në digë, e cila jep kurbën e depresionit. Këto kushte vlejné si për gjendjen ekzistuese dhe atë të propozuar.

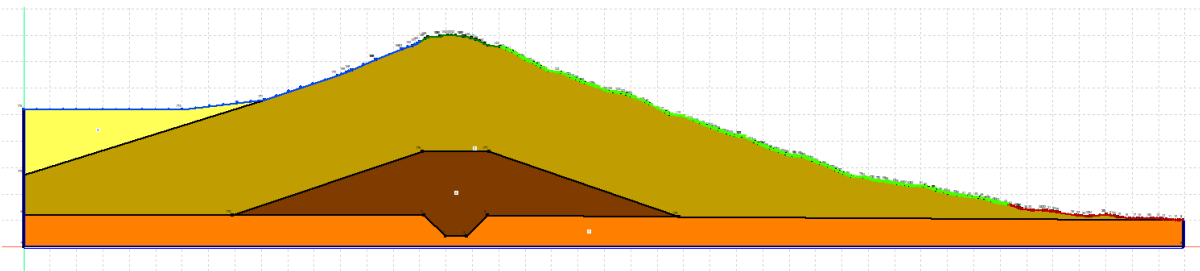


Figura 5-5 Kushtet e ngarkimit për realizimin e modelimit të filtrimeve

5.2.3 Llogaritja e qendrueshmërisë së skarpatave – rasti statik

Llogaritja e qendrueshmërisë së skarpatave mund të bëhet vetëm pas llogaritjes së kurbës së depresionit. Kurba e depresionit ndikon në vetitë fiziko-mekanike të dherave dhe merret parasysh gjatë llogaritjeve.

Fillimisht çdo material është modeluar sipas Mohr-Coulomb, duke marrë parasysh nga të dhënat gjeologjike përkatësisht:

- Peshë volumore – në kN/m^3
- Kohezion – në kPa
- Këndi i fërkimit të brendshëm – në gradë

Sipërfaqja më e rrezikuar, që përfaqëson planin e rrëshkitjes do të nxirret pas tentativave në kompjuter. Metoda e zgjedhur është **“Grid and Radius”** – ku plani i rrëshkitjes është supozuar si hark i rrethit me rreze R, me qendër në rrjetin e dendur me pika (20x20=400 pika) i pozicionuar mbi skarpatën e cila llogaritet dhe me vijë tangente (po me tentativa, zonë drejtkëndore, me 10 paralele) paralel me vijën ndarëse mes shtresave të suargjilave, në një skarpatë me raport 1:3.

Në këtë mënyrë krijohen 4000 rathë qendrueshmërie, secili për tu llogaritur dhe ndarë më vete në elementë përkatës njësi, e secili me veti fiziko-mekanike përkatëse.

Pas këtij përcaktimi, simulimi mund të realizohet e përftohet në trajtë tabelaro-grafike shpërndarja e faktorëve të sigorisë së skarpatës e të përcaktohet faktori minimal i llogaritur i cili do të krahasohet me atë minimal të lejuar sipas klasit.

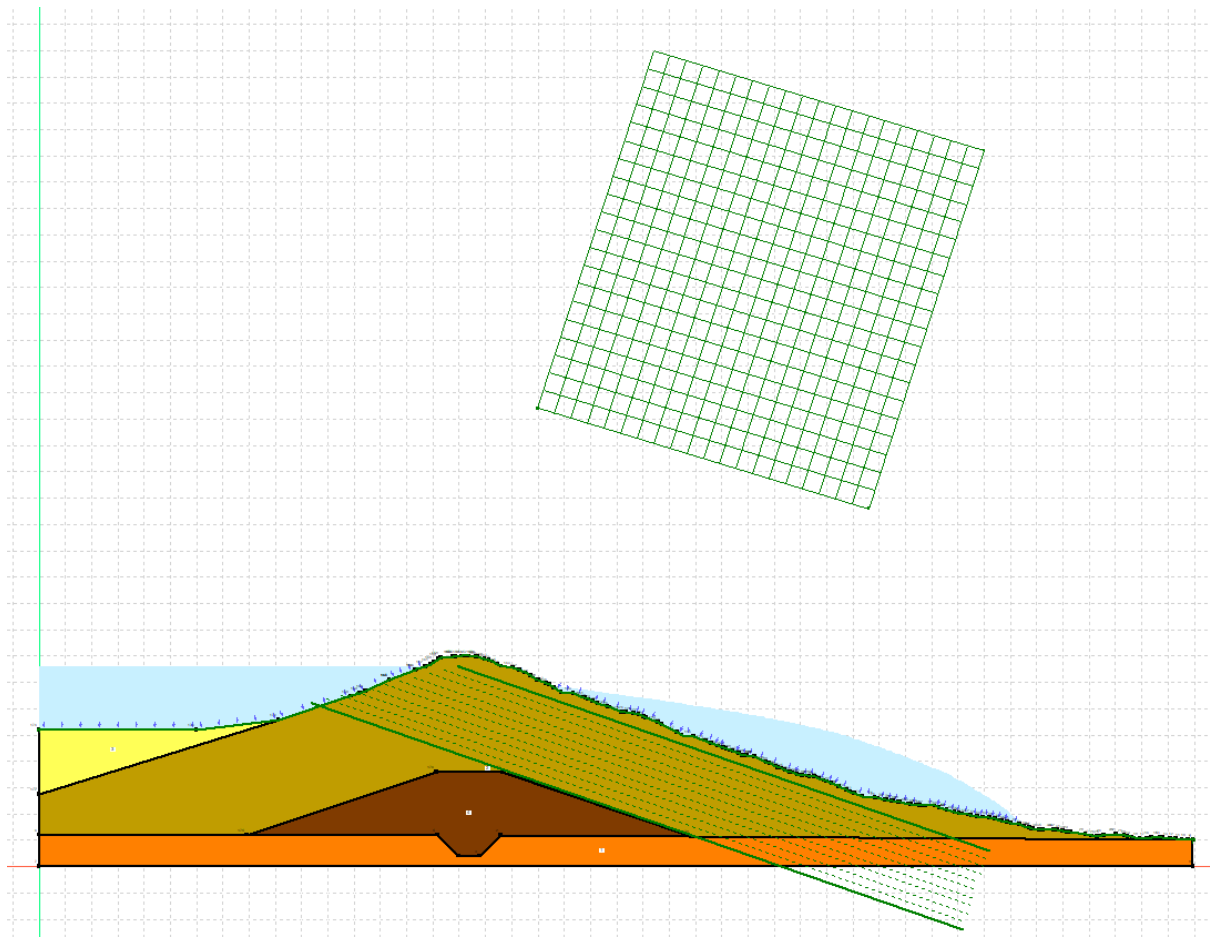


Figura 5-6 Rrjeti i pikave dhe tangenteve që formojnë rrathët e qendrueshmërisë

5.2.4 Llogaritja e qendrueshmërisë së skarpatave – rasti dinamik

Në llogaritjen e rastit dinamik është përdorur e njëjta gjeometri me rastet e mësipërme, përfshi të njëjtat veti fiziko-mekanike. Ndryshimi i vetëm është paracaktimi manual i kurbës së depresionit, e cila bëhet bazuar në analizën e filtrimeve.

Llogaritja nis me hapin e parë, i cili është “fillestari dinamik”, ku ngarkohet kurba e depresionit. Kjo bëhet me qëllimin e para-aktivizimit të presionit të poreve. Në këtë analizë përcaktohen kushtet e mbërthimit të digës, të cilat janë bllokim i lëvizjes sipas aksit horizontal dhe vertikal në bazament dhe bllokim i lëvizjes vertikale në limitin e majtë dhe të djathtë të ambientit llogaritës.

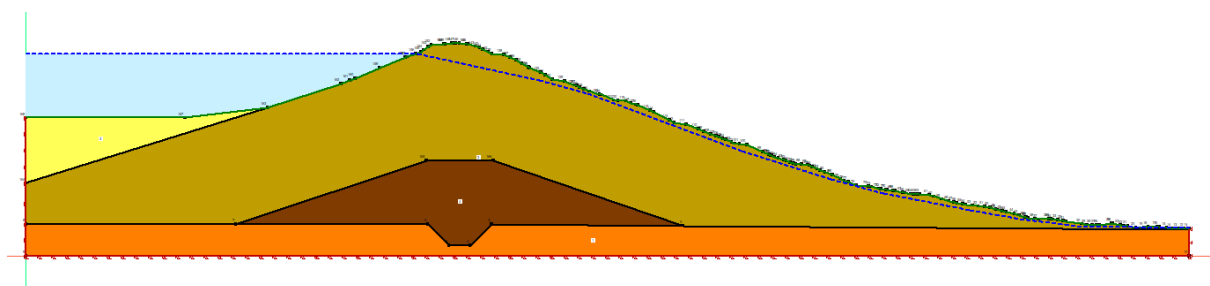


Figura 5-7 Kushtet e realizimit të modelimit dinamik

Përsa i përket materialeve, në simulimet dinamike, modeli i materialeve është zgjedhur i llojit linear elastik, ku parametrat e modelimit janë:

- a) Peshë volumore – në kN/m^3
- b) Numri i Poisson
- c) Shuarja (Raporti i shuarjes)
- d) Presioni i poreve – në trajtë funksioni, si varësi e eksponentit $N=0.7$
- e) Numri ciklik – në trajtë funksioni, si varësi e llojit të dherave (standarde)
- f) Moduli elastik maksimal në prerje (G_{\max}) – në trajtë funksioni, vetëm për dherat kohezivë, si funksion i thellësisë maksimale të shtresës, raportit të mbikonsolidimit (OC), porozitetit, indeksit të plasticitetit dhe koeficientit të presionit të tokës në qetësi (k_0)

Pas përcaktimit të materialeve dhe ngarkimit të tyre në model, realizohet llogaritja.

Pas llogaritjes fillestare mund të kryhet llogaritja dinamike, e cila është një analizë ekuivalente lineare dinamike. Kjo analizë, merr presionin fillestar të poreve nga analiza e mësipërme. Kushtet e materialeve dhe të mbërthimit janë njëloj si më sipër. Mbetet vetëm të shtohet akselerograma, në trajtë tabelare, e varësisë së nxitimit me kohën e me kohëzgjatje të plotë prej 4 sekondash. Më pas mund të realizohet simulimi dinamik.

Metodologjia e llogaritjes së qendrueshmërisë së skarpatave në rastin dinamik është e njëjtë përsa i përket ngarkimit të materialeve dhe përcaktimit të rrathëve të qendrueshmërisë me rastin statik. Lloji i analizës është i tipit me elementë të fundëm (FEM), bazuar në çdo hap kohor të eventit sizmik (200 hapa) për të 4000 rrathët përkatës të cilët duhen kontrolluar. Nga 800,000 vlerat e llogaritura do të përftohet edhe vlera e cila është minimalja e mundshme nga cilado lloj llogaritje, e krahasuar me koeficientin projektues të sigurisë.

5.3 Rezultatet e llogaritjeve

Në këtë kapitull janë përmbledhur vlerat kryesore për të gjithë modelet. Llogaritjet janë realizuar për filtrimet, qendrueshmërinë e skarpatës në rastin statik dhe dinamik.

5.3.1 Rezultatet e gjendjes ekzistuese

Në simulimin e gjendjes ekzistuese, konfirmohet gjendja në terren përsa i përket filtrimeve. Ato nisin rreth 4 metër nën nivelin e ujit, ndërkohë që faqja e lagësht vazhdon deri në fund të digës.

Përsa i përket qendrueshmërisë, në të dy rastet, efektin më negativ e jep kurba e lartë e depresionit e cila ngop dherat në rastin statik dhe rrit tej mase presionin e poreve në rastin dinamik.

Në rastin e ngarkimit statik, faktori i llogaritjes së sigurisë për planin më të rrezikuar të rrëshqitjes nga bjefi i poshtëm është $K=1.369$ (rezulton e sigurt) dhe, në rastin dinamik $K=1.085$ (rezulton i sigurt).

Si rezultat i simulimit të gjendjes ekzistuese, dilet në konkluzionin se diga është Brenda limiteve të garantimit të koeficientit projektues të sigurisë. Por sidoqoftë, prezenca e dukshme e disa filtrimeve, prezenca e bimësisë që gjenerohet nga lagështia, dhe fakti që kërkohet një përmirësim i kushteve fizike e hidraulike të kësaj, është e arësyeshme që të merren disa masa për rritjen sado pak të këtij koeficienti.

Masat e marra, ku më ndikuesja është ulja e filtrimeve në trupin e digës synojnë rritjen e faktorit të sigurisë, deri në një nivel më të pranueshëm.

5.3.2 Gjendja pas masave të propozuara

Siç është përshkruar edhe ne Relacionin Teknik të riparimit të diges së rezervuarit të Gadurovës , për përmirësimin në përgjithësi të kushteve fizike të digës e në veçanti në kontrollin e organizuar të largimit të filtrimeve , përfshi edhe ato sipërfaqësore , krijohen premisa më të mira për uljen e kurbës së depresionit dhe rritjen e qëndrueshmërisë së digës.

Zakonisht, vetë ndërhyrjet në skarpata, për prerjen e bimsisë dhe shpyllëzimin, rivendosje skarpatash, përmirësim drenazhimeve qoftë edhe ato sipërfaqësore nëpërmejt pastrimit apo dhe veshjes së kanaëit mbledhjes ujrave në bermë, ndërtimi i një drenazhi në formë prizmi me gurë (e filtra) në fund të skarpatës së jashtme do të ndikojnë tek kurba e depresionit e si rrjedhim do të ndikojnë jo më pak se 5-10% në rritjen e koeficientit të sigurisë, vlerë e cila ndikon shumë edhe në rritjen e jetëgjatësisë së këasj veprë. .

5.3.3 Llogaritja dhe vlerësimi i filtrimeve në trupin e digës

Filtrimet në trupin e digës do të llogariten si funksion i kurbës së depresionit nga llogaritjet kompjuterike. Kurba e përfutur e depresionit ka një pjerrësi, e cila e mesatarizuar për llogaritjet të jetë 16% ($i=0.16$).

Gjithashtu faktori kryesor ndikues në sasinë e plotë të ujit që filtron është sipërfaqja filtruese dhe koeficienti i filtrimit.

Koeficienti i filtrimit është pranuar edhe nga sugjerimet e Raportit Gjeologjik si minimum për suargjilat – prej 10^{-5} m/s. Kjo vlerë do të pranohet për të gjithë sipërfaqen filtruese.

Sipërfaqja filtruese është funksion i gjerësisë së digës me potencial filtrimi dhe lartësisë së zonës potenciale. Nga llogaritjet mendohet që kjo zonë të ketë gjerësi prej $B=100$ m dhe thellësi mesatare prej $H=15$ metrash. Kjo jep një sipërfaqe filtruese me $A=1500$ m².

Llogaritja e prurjes dalëse njësi dhe asaj të plotë të humbur në sekondë në trupin e digës bëhet me anën e formulës së Darcy:

$Q = k \cdot i \cdot A$ ku llogarisim përkatësisht:

$$q = 10^{-5} \cdot 0.16 \cdot 1 = 0.16 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 / \text{m}^2 / \text{s} = 0.016 \text{ l} / \text{m}^2 / \text{s}$$

$$Q = 1 \cdot 10^{-5} \cdot 1500 \cdot 0.16 = 0.00512 \text{ m}^3 / \text{s} = 2.4 \text{ l/s}$$

Vlerat e mësipërme janë përkatësisht konstantja e llogaritjet e filtrimit ($q=0.016$ l/m² sipërfaqe filtrimi) dhe vlera e përafërt e filtrimit në trupin e digës në sekondë $Q= 2.4$ l/s.

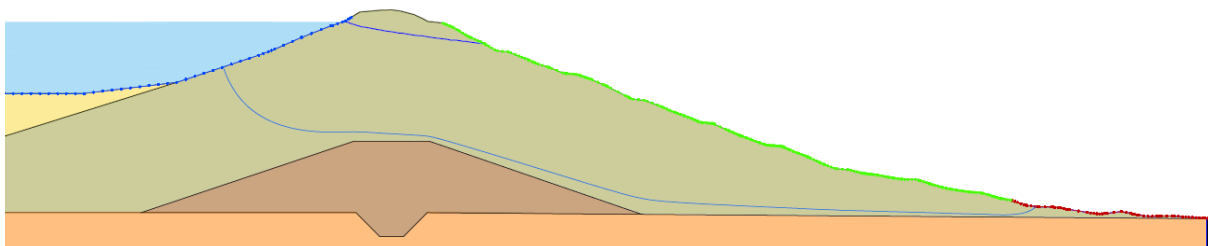


Figura 5-8 Zona e filtrimeve në trupin e digës