



KOMITETI KOMBËTAR I
DIGAVE TE MËDHA



SEKRETARIATI TEKNIK I KËSHILLIT
KOMBËTAR TË UJIT

Konferenca shkencore kombëtare
SIGURIA E DIGAVE DHE MENAXHIMI I TYRE

**KONTROLLI DHE MONITORIMI IN-SITU I DIGAVE ME
METODA GJEOFIZIKE**

Alfred FRASHËRI*, Salvator BUSHATI**

*Fakulteti i Gjeologjise dhe i Minierave Universiteti Politeknik i Tiranës

**Akademia e Shkencave e Shqipërisë

17 tetor, 2016, Tiranë

■
Metodat komplekse të gjeofizikës inxhinjerieke dhe mjedisore si elementë të rëndësishëm të studimit të gjeomjedisit dhe monitorimit të gjendjes teknike të ndërtimeve janë objekt i analizës së më poshtme.

Analiza kryhet mbi bazën e shembujve të disa studimeve të kryera në Shqipëri:

▪1 - Studim i shtrateve të lumenjve ku do të ndërtohen diga

- 2 - Kontrolli dhe monitorimi in-situ i gjendjes teknike të veprave në ndërtim dhe atyre ekzistuese:

2.1. Studimi i strukturës dhe vlerësimi i vetive fiziko-mekanike të betoneve të digave

2.2. Kontrolli i vetive fiziko-mekanike i digave të ndërtuara me materiale të vendit

3 - Vetitë fiziko-mekanike të materialeve në ndërtimit në objekte të tjera

4 - Studimi i zonave karstike.

METODAT KOMPLEKSE GJEOLOGO-GJEOFIZIKE INXHINJERIKE DHE TË MJEDISIT

1.1. Rilevimi gjeologjik

1.2. Rilevimi geomorfologjik

1.3. Rilevimi hidrogjeologjik

1.4. Rilevimi gjeologo-inxhinjerik

1.5. Rilevimi agrogjeologjik

1.6. Vrojtimet, kontrollet dhe monitorimi gjeofizik

- Gravimetria
- Magnetometria
- Elektrometria
- Sizmika
- Radiometria
- Gjeotermia dhe
- Gjeofizika bërthamore.

■ Metodat kryesore që zbaton **gjeofizika inxhinjerieke** dhe **mjedisore** janë:

Sizmika e cekët e frekuencës së lartë me metoden e valëve të reflektuara dhe të valëve të thyera. Përdoret **tomografia sizmike** dy dhe tri permasore,

Me rezultatet e vërtimit ndërtohen prerjet sizmike dhe hartat strukturore. Nga të dhënat e vërtimit përlogaritet shpejtësia e valëve sizmike gjatësore V_p dhe atyre tërthore V_s , Sipas këtyre të dhënave llogariten parametra të vetite fiziko - mekanike të dherave, shkëmbinjve dhe të materialeve të ndërtimit:

Koeficienti i Puasonit,
Moduli dinamik i elasticitetit,
Moduli statik i elasticitetit,
Moduli i Bulkut,
Moduli i rigjeditetit.
Shtypja vëllimore:
Qëndrueshmëria:



Kontrolli sismik in-situ
në galerine e diges



Filtrime ne trupin
e diges

Vrojtimi sizmik në sipërfaqe të objekteve



Dendësia

$$\rho = 1.85 * V_p^{0.23}$$

$$\rho = 2.22 * V_s^{0.22}$$

Koeficienti i Puasonit,

$$\nu = \frac{V_p^2 - 2V_s^2}{2(V_p^2 - V_s^2)}$$

Moduli dinamik i elasticitetit,

$$E_1 = \rho \cdot V_p^2 \frac{(1 + \nu) \cdot (1 - 2\nu)}{1 - \nu} \cdot \frac{1}{10} \quad \text{në} \left(\frac{N}{cm^2} \right)$$

$$E_2 = \frac{1}{9.81} \cdot E_1 \quad \text{në} \left(\frac{KG}{cm^2} \right)$$

$$E_4 = 2 \cdot \rho \cdot V_s^2 \cdot \left(\frac{10^{-1}}{9.81} \right) \quad \text{në} \left(\frac{KG}{cm^2} \right)$$

ku: ρ - Dendësia, në (g/cm^3)

V_p, V_s - shpejtësia e valëve gjatësore dhe tërthore, përkatësisht, në

(m/sek)

Moduli statik i elasticitetit, në rastet kur $E \geq 2.5 \cdot 10^5 \frac{KG}{cm^2}$: $E_s = \frac{E_2 - 0.97 \cdot 10^5}{0.83}$

••••
Moduli i Bulkut,

$$K = \frac{E_2}{3(1-2\nu)} \cdot 10^5 \quad \text{në} \left(\frac{KG}{cm^2} \right)$$

Moduli i rigjditetit

$$G = \frac{E_2}{2(1+\nu)} \cdot 10^5 \quad \text{në} \left(\frac{KG}{cm^2} \right)$$

Shtypja vëllimore

$$SH = \rho \cdot \left(V_p^2 - \frac{4}{3} V_s^2 \right) \cdot \frac{10^{-6}}{9.81} \cdot 10^5 \quad \text{në} \left(\frac{KG}{cm^2} \right)$$

Qëndrueshmëria:

$$\sigma_{sk} = 123 \cdot V_p \cdot 10^{-3} - 109 \cdot V_p \cdot \alpha \cdot 10^{-3} - 148\alpha - 52.8$$

ku: α - koeficienti i përthithjes së valës, në cm^{-1}

Për valët sizmike me frekuencë $f=100-500$ Hz, ky koeficient përcaktohet nga ekuacioni:

$$\alpha = \frac{1}{l_2 - l_1} \cdot \ln \frac{A_1}{A_2}$$

ku: A_1, A_2 – amplitudat e valëve sizmike, në cm

l_1, l_2 - gjatësitë e bazave të vrojtimit, në cm

Sondimet dhe profilimet elektrike, tomografia gjeoelektrike

- Vrojtimi i fushës elektrike natyrore
- Metoda e trupit të ngarkuar
- Radari gjeoelektromagnetik i penetrimit të truallit

Mikrorilevimet magnetometrike

Mikrorilevimet gravimetrike

Rilevimet dhe përcaktimet e rrezatimeve radioaktive (gama rrezatimi dhe emanacioni i radonit dhe toronit),

Metal kërkuesit

Studimi gjeofizik i shpimeve (karotazhet).

■ **Përcaktimet laboratorike:** Në kampione të paprishura dhe të prishura përcaktohen vetitë fiziko-mekanike të shkëmbinjve dhe të dherave, përbërja mineralogjike - kimike dhe petrografike e tyre:

- Përbërja granulometrike
- Plasticiteti
- Lagështia natyrore
- Pesha vëllimore
- Pesha vëllimore e skeletit
- Pesha specifike
- Koeficienti i porozitetit
- Treguesi i konsistencës
- Këndi i fërkimit të brëndëshëm
- Kohezioni
- Moduli i kompresionit
- Niveli i lagështisë

■ Të dhënat e këtyre studimeve komplekse gjeologo-gjeofizike dhe gjeoteknike paraqiten në hartat e vrojtimeve të veçanta si edhe sintetizohen në **Hartën Gjeoteknike dha atë Gjeomjedisore**. Në këto harta komplekse bëhet vlerësimi i përshtatshmërisë së zonës për ndërtim dhe veçohen grup-dukuritë:

- Kushtet gjeomorfologjike të zonës,
- Homogjeniteti horizontal dhe vertikal i dherave dhe i shkëmbinjve,
- Përbërja e tyre mineralogjike dhe petrografike,
- Granulometria e dherave dhe e shkëmbinjve,
- Parametrat makrostrukturore të tyre,
- Vetite fiziko-mekanike të dherave dhe shkëmbinjve,
- Kushtet tektonike dhe neotektonike të zonës,
- Qëndrueshmëria sipërfaqësore,
- Prania e vendburimeve të mineraleve të dobishme,
- Kushtet hidrogjeologjike,
-

■ Radioaktiviteti i dherave dhe i shkëmbinjve,

- Prania e objekteve metalore, kablove etj. në sheshin e ndërtimit.
- Të dhënat mbi tërmetet, që jepen nga rajonizimi simologjik i vendit dhe nga zonimi sizmologjiko-inxhinjierik i qyteteve dhe i shesheve të veçanta.

Në veçanti ndërtohet **Harta e Rrezikut Gjeologjik.**

KONTROLLI DHE MONITORIMI IN-SITU I GJENDJES TEKNIKE TË VEPRAVE NË NDERTIM DHE ATYRE EKZISTUESE

Studimi i strukturës dhe vlerësimi i vetive fiziko-mekanike të
betoneve të digave.

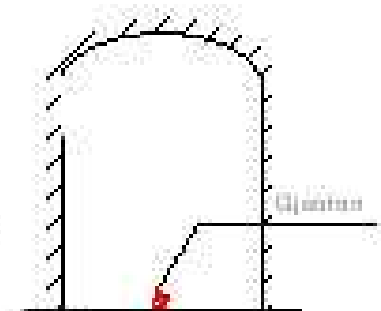
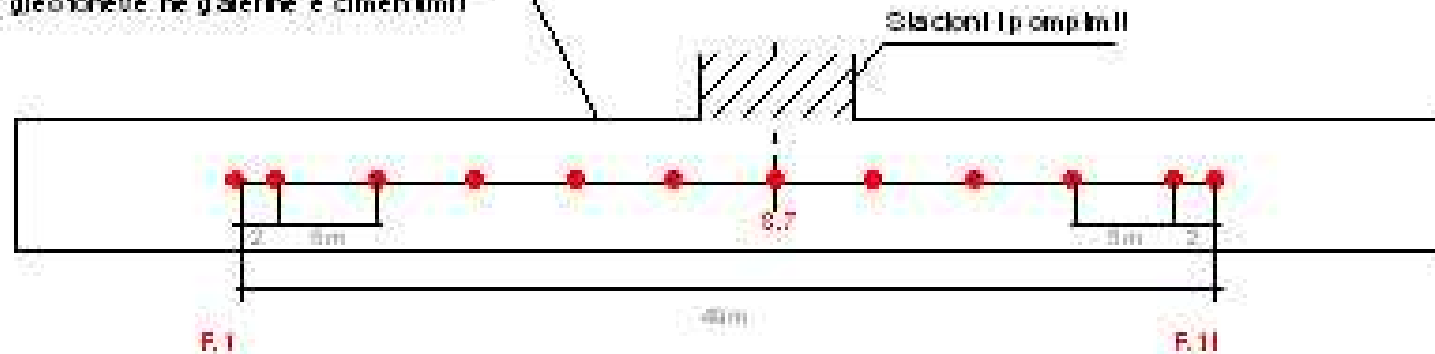
DIGA E

FIERZËS

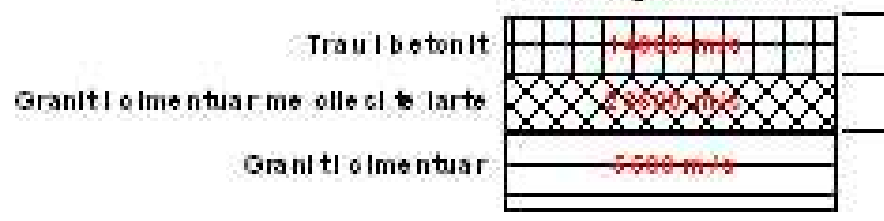


SISTEMI I YROJTIMIT SIZMIK NE GALERIA E CIMENTIMIT H/C FIERZE

Paraqitja skematike e vendosjes se gjedhoreve ne galerine e cimentimit

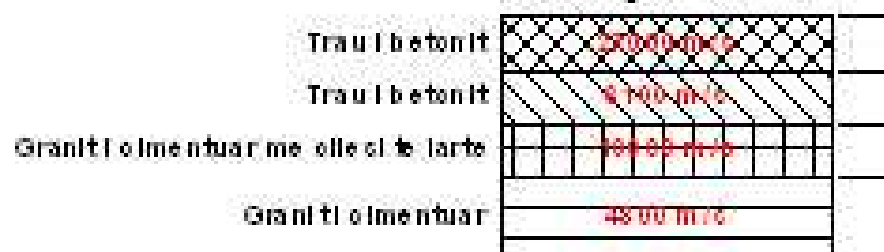


Pika e ngacimit F.1



Nr. Stratigjia	Vp(m/s)	Vs(m/s)	$\bar{V}_p(m/s)$	$\bar{V}_s(m/s)$
1	1400	300	A	600
2	2350	490-730		1800
3	5500	300		600

Pika e ngacimit F.II

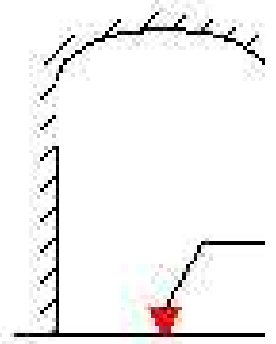
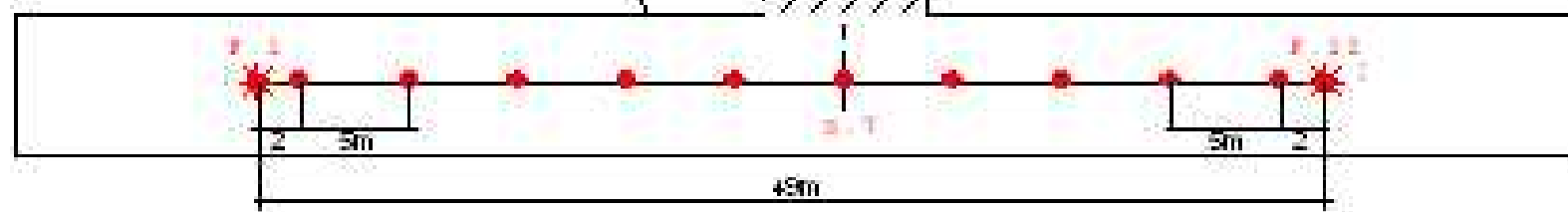


Nr. Stratigjia	Vp(m/s)	Vs(m/s)
1	2700	1600
2	6100	3600
3	10000	5200
4	4800	—

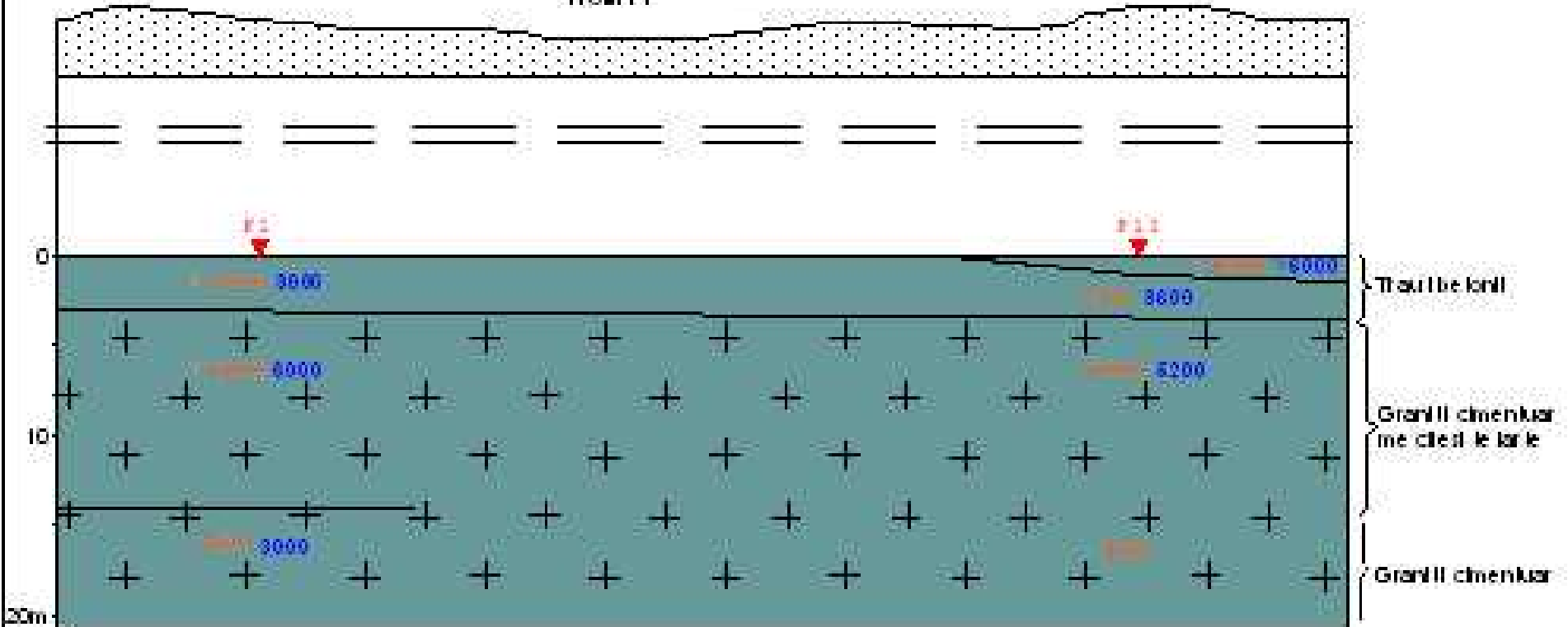
SISTEMI VROJTIMIT SIZMIK NE GALERIA E CIMENTIMIT H/C FIERZE

Parapilte skemallke e vendoset
te gleronave ne galerine e cimentimit

Stacioni i pompimit



Rezultati i provave in-stizimike
Profil H



Legjende

- Pika e ngacimit te vales
- Pika e ngacimit te vales
- Gleron
- 3000 Vp (m/s)
- 3000 Vs (m/s)

Vetitë fiziko-mekanikë të betonit dhe të granitit të çimentuar në bazamentin e digës së Fierzës, sipas të dhënave të kontrollit in-situ sizmik

Tabela Nr. 1

Shtresa			Vp m/s	Vs m/s	ρ , g/cm ³	Koef. Pua- sson it ν	Moduli dinamik i elasticitetit, 10 ⁵ KG/cm ²		Moduli i ngrurte- sisë, G, në x 10 ⁵ KG/cm ²	Moduli Bulkut K, në x10 ⁵ KG/cm ²	Shtypja vëllimo- re Sh, në x10 ⁵ KG/cm ²
Objek- -ti	Nr	H m					Sipas Vp	Sipas Vs			
Trau	1	3 .5	1000 0	300 0	2.5	0.45	6.65	6.65	2.29	22.47	22.47
	1/ a	1 .5	1000 0	600 0	2.5	0.22	22.36	22.36	9.17	13.30	13.30
	1/ b	3 .0	6100	360 0	2.4	0.23	7.82	7.82	3.17	4.87	4.87
Gra- niti	2	9 .5	1000 0	600 0	2.6	0.22	22.36	23.25	9.17	13.30	13.30
Çimen- -tuar	3		6000	300 0	2.4	0.33	5.87	5.87	2.20	5.87	5.87

KONTROLI DHE MONITORIMI IN-SITU I GJENDJES TEKNIKE TË VEPRAVE NË NDERTIM DHE ATYRE EKZISTUESE

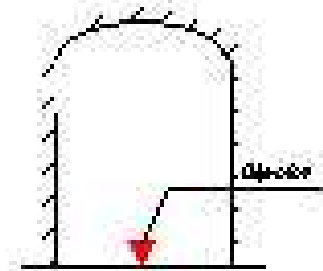
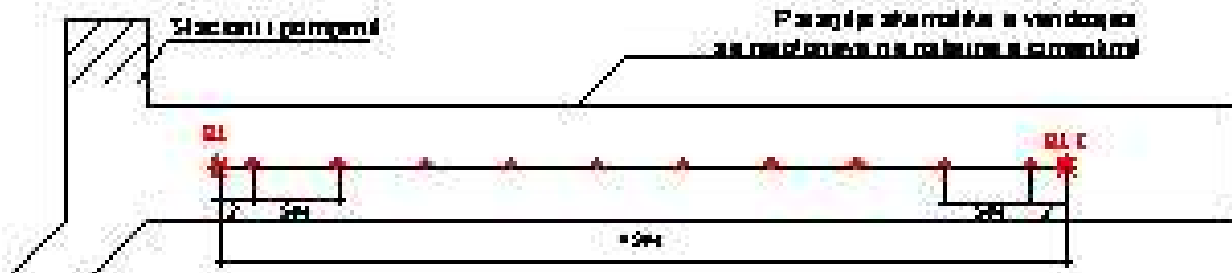
Studimi i strukturës dhe vlerësimi i vetive fiziko-mekanike të betoneve të digave.

DIGA
E
KOMANIT

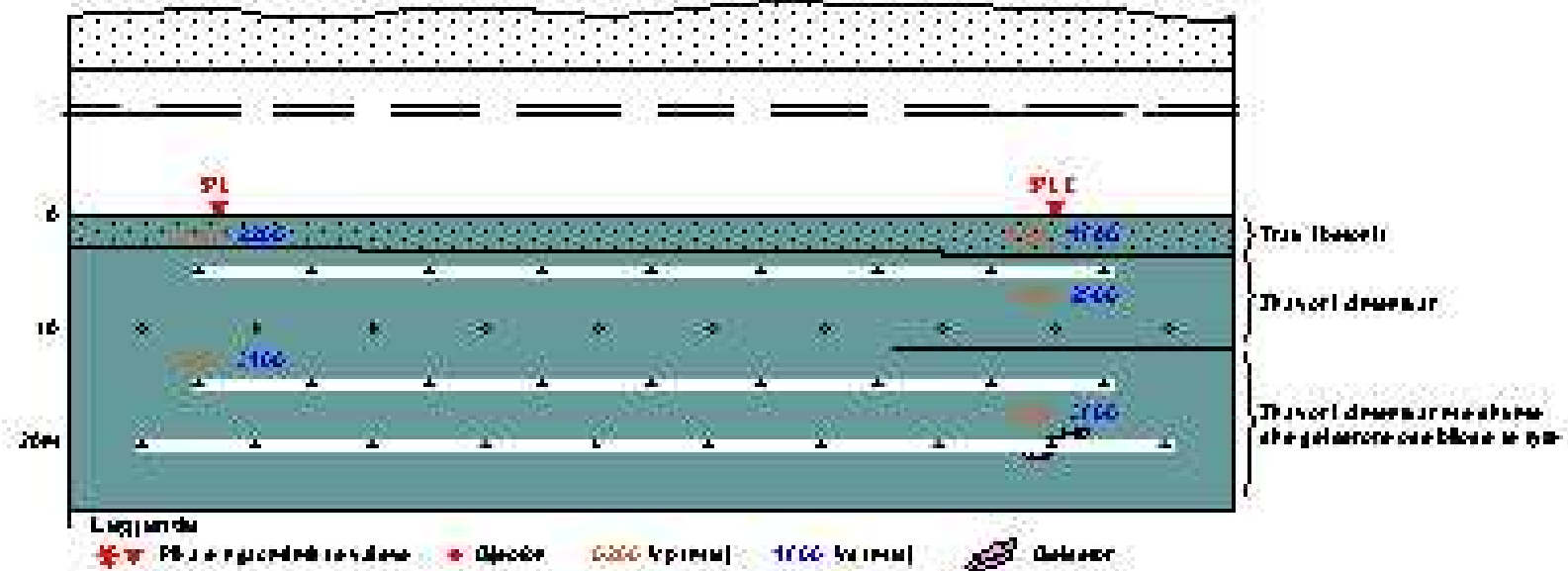


DIGA E KOMANIT

SISTEMI IVROJTIMIT SËMIK NE GALERIA E CIMENTIMIT HICKOMAN



REZULTATET E PROVAVE IN-SITU SHINE
GALERIA E CIMENTIMIT HICKOMAN



Vlerësimi i cilësisë së betonit dhe të zhavorit të çimentuar të shtratit të lumit në perden e çimentimit nën digën e Komanit

Tabela Nr. 2

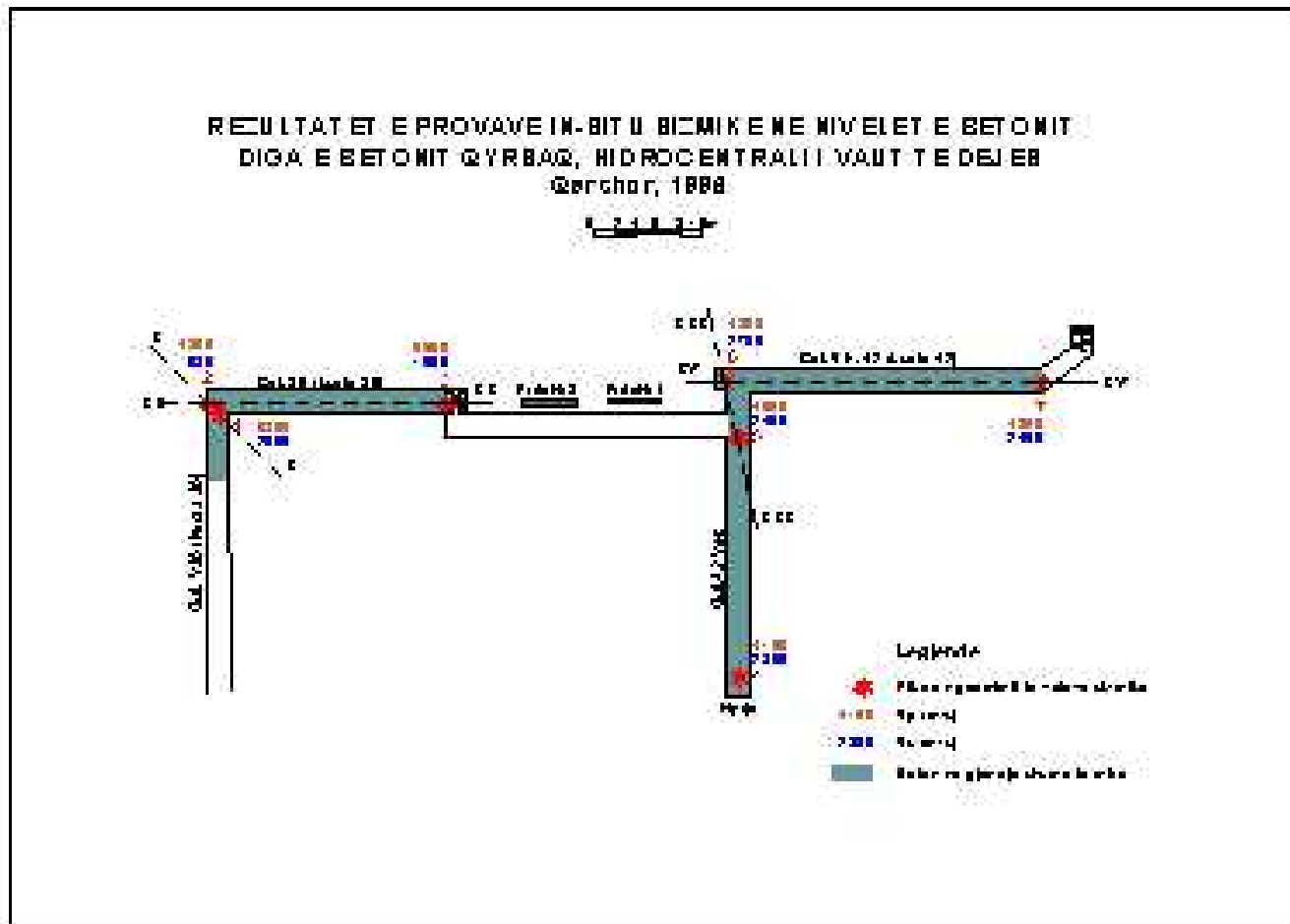
Diga	Objekti	Vp, m/s	Vs, m/s	Koeficienti i Poassonit	Moduli dinamik elasticitetit, $\times 10^5$ kg/cm ²		Shtypja vëllimore, $\times 10^5$ KG/cm ²	Gjendja e betonit	Marka e betonit
					Sipas Vp	Sipas Vs			
Koman	Trau betonit në galerinë çimentimit	6300	1800	0.456	1.44	2.01	7.58	Shumë e mirë	M.250
		3400	2200	0.140	2.15	2.45	1.13	Shumë e mirë	M.150
	Zhavorr çimentuar i shtratit të lumit	4200	2500	0.226	2.78	3.40	2.07	Shumë e mirë	M.250

DIGA E QYRSAQIT- VAU I DEJËS



PJESA PREJ BETONI – DIGA E QYRSAQIT

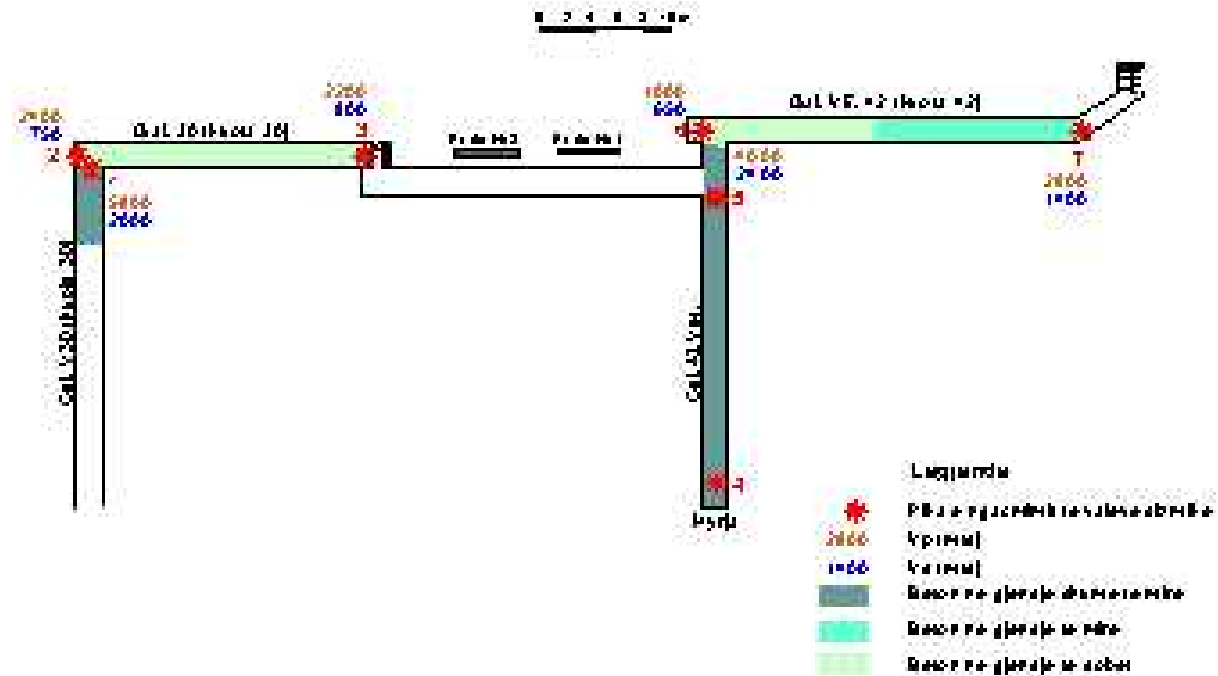
THELLËSIA 2 M



PJESA PREJ BETONI – DIGA E QYRSAQIT

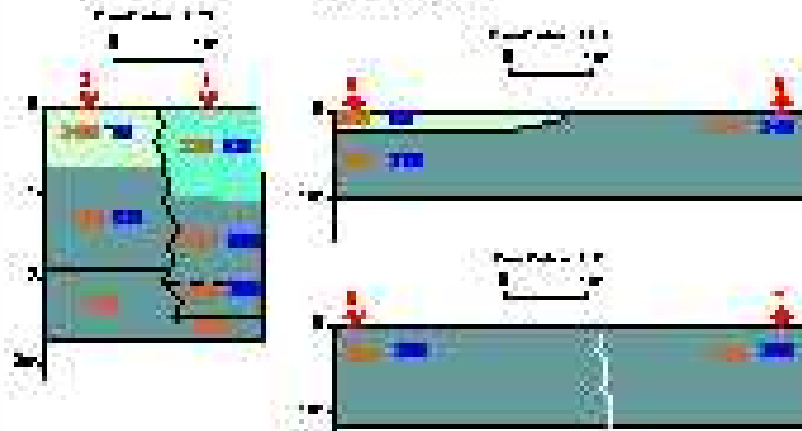
THELLËSIA 0.5 m

REZULTATET E PROVAVE IN-SITU SIZMIKE
NE NMELET E LINZAVE SIPERFAQESORE TE SHPERBERA
DIGA E BETONIT QYRSAQ, HIDROCENTRALI IVA UT TE DEJES
Qorillor, 1996

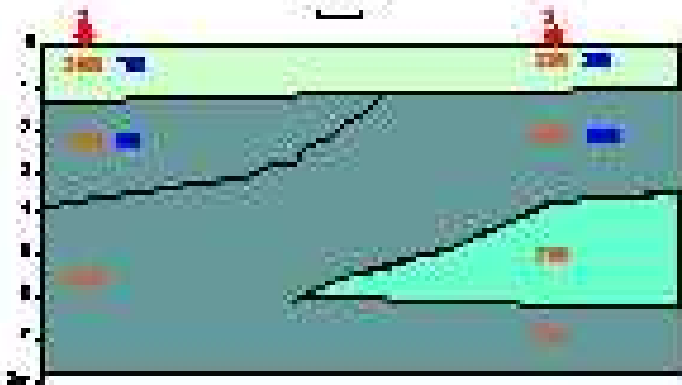


PJESA PREJ BETONI – DIGA E QYRSAQIT

REZULTATET E PROVAVE P-SITU GJITHRE
 MICROCENTRALIT SAUT TE BELES
 ENJE BETONIT QYRSQO
 DILATOR 1997



Prova P-4



- | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| Pila e regjistruar te shprehjes | Mater regjistruar shpreh te ar te |
| 4000 | Mater regjistruar te ar te |
| 700 | Mater regjistruar te ar te |
| Materiali i rregulluar | |

SEISMIC TOMOGRAPHY RESULTS
 WESTERN EDGE OF THE CONCRETE PART OF VAU DEJES DAM

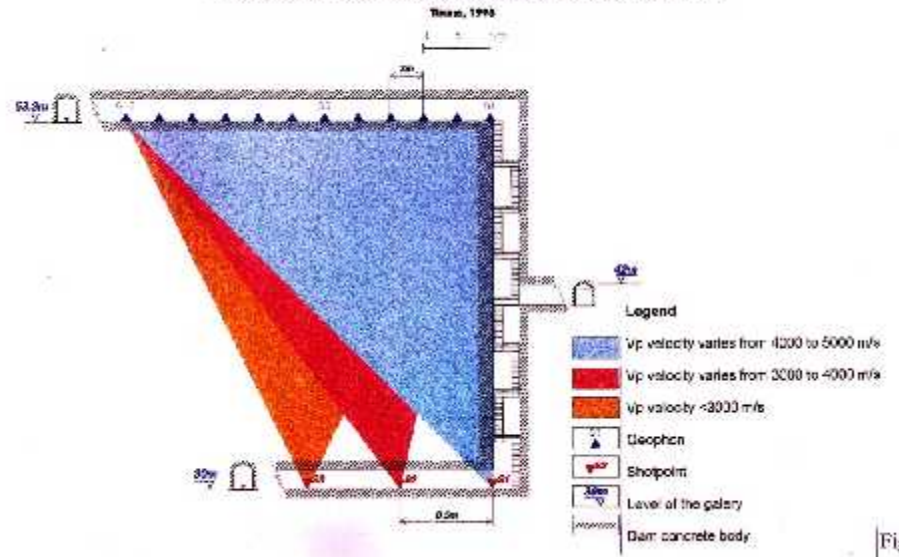


Fig. 1

Shpejtësitë e valëve sismike në zonen e tomografuar të pjesës prej betoni të diges së Qyrsaqit në hidrocentralin e Vaut të Dejës

Pasqyra Nr. 3

Madhësia e shpejtësisë	Goditja në Pk. 0		Goditja në metrin 8.5		Goditja në metrin 17	
	Vp, m/s	Vs, m/s	Vp, m/s	Vs, m/s	Vp, m/s	Vs, m/s
Minimale	3893	1845	3106	1696	2310	1498
Maksimale	4360	2117	3774	1988	2596	1731
Mesatare	4080	1960	3480	1820	2440	1610

Sipas madhësive karakteristike të shpejtësive të valëve sismike llogariten madhësitë e vetive fiziko-mekanike të betonit në këtë digë (Shih pasqyrën Nr. 4):

Vetitë fiziko-mekanike të betonit në dyshemenë e galerive në digën e Qyrsaqit, sipas të dhënave të kontrollit in-situ sismik

Pasqyra Nr. 4

Lloji i digës	Objekti	Vp m/s	Vs M/s	ρ , g/cm ³	Koef. Pua o-nit ν	Moduli dinamik i elasticitetit, x10 ⁵ KG/cm ²		Moduli i ngrurtë sisë, G, në x10 ⁵ KG/cm ²	Moduli Bulkut K, në x10 ⁵ KG/cm ²	Shtypja vellimo- re Sh, në x10 ⁵ KG/cm ²
						Sipas Vp	Sipas Vs			
Qyr- saqit	Dyshe- me e galerive	1000	650	2.16	0.134	0.21	0.21	0.9	0.96	0.96
		5800	2000	2.50	0.433	2.29	2.29	1.02	7.21	7.21

DIGA E ULZËS



DIGA E ULZËS

SEISMIC TOMOGRAPHY RESULTS ULZA CONCRETE DAM

Tirane, 1998

0 10 20m

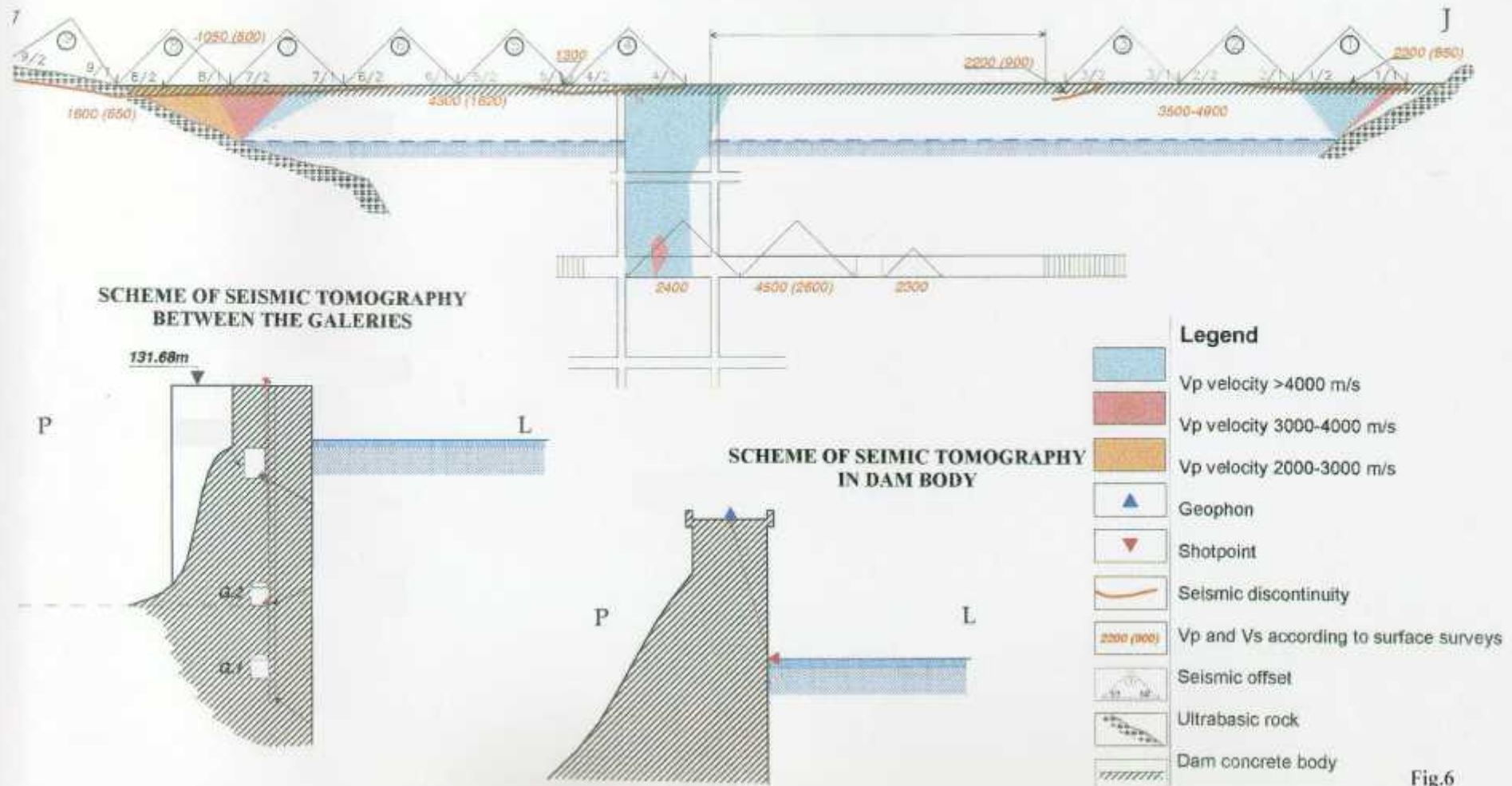
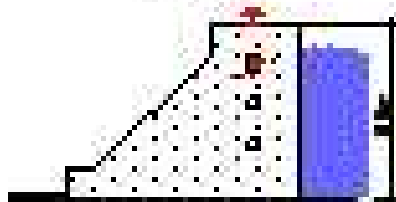


Fig.6

DIGA E ULZËS

300MM x 100MM x 100MM x 100MM
 HEDROKOPËR PALLI 10/10
 HERSHIN - 0.00



300MM x 100MM x 100MM x 100MM
 HEDROKOPËR PALLI 10/10
 HERSHIN - 0.00



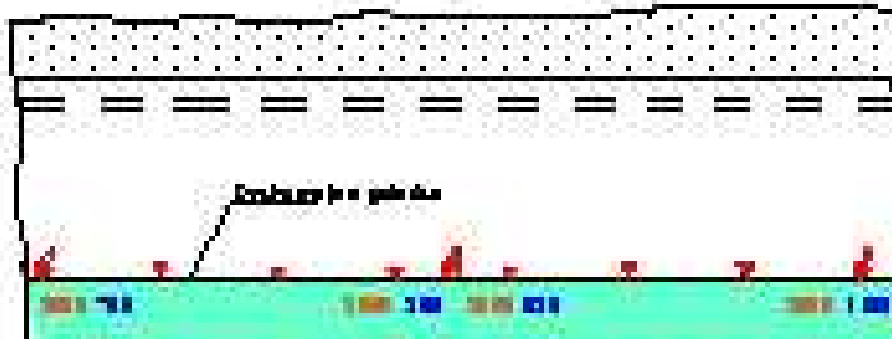
0 1 2 3 4

3 Lloj e asfaltit të fortë në rrethet e jashtme të asfaltit të fortë
 3 lloj e asfaltit të fortë



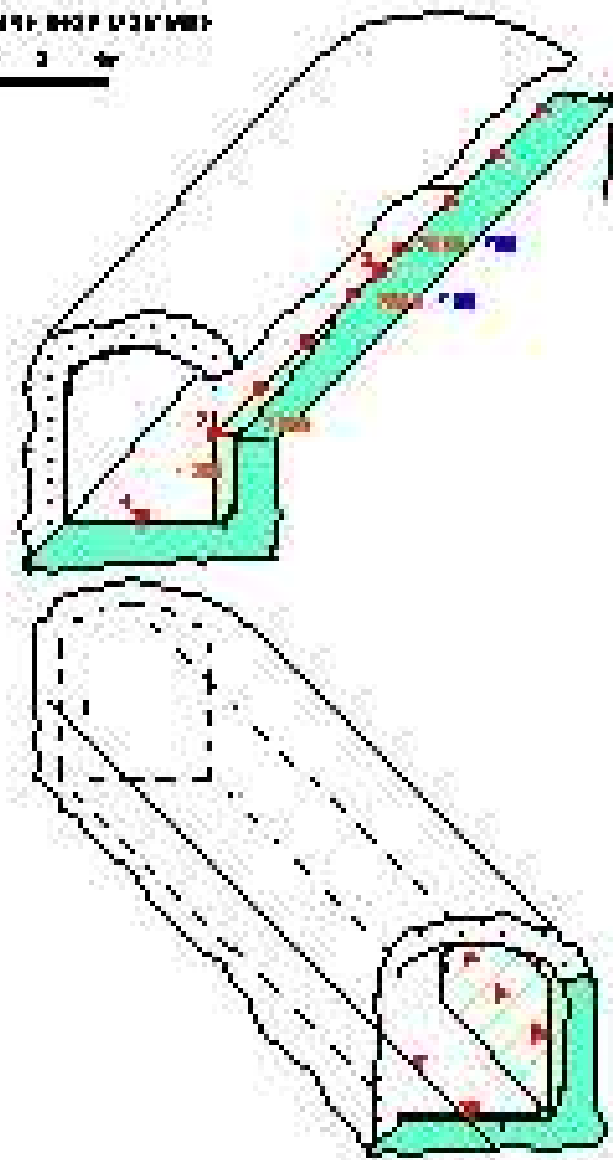
Plan PALLI 1-1

0 1 2 3 4



Legjenda:

- Pila e asfaltit të fortë në rrethet e jashtme (300mm x 100mm)
- HERSHIN (300mm x 100mm)
- HERSHIN (300mm x 100mm)
- Pila e asfaltit të fortë në rrethet e brendshme (300mm x 100mm)
- HERSHIN (300mm x 100mm)
- HERSHIN (300mm x 100mm)



Shpejtësitë e valëve sizmike në zonat ku është kryer tomografia në digën e hidrocentralit të Ulzës

Pasqyra 5

Zona me tomografi	Vp, në m/ sek				Vs, në m/ sek			
	min	max	mes	Shman- gia mes. Kuad- ratike	min	max	mes	Shman- gia mes. kuadr- atike
Midis Kurorës së digës- galerisë së droselave	3620	6240	5035	520	2120	2715	2429	196
Midis galerisë së droselave dhe galerisë së dytë	3390	5030	4300	830	2160	2720	2412	170
Shpatulla e majtë e digës	3850	6290	4940	851	2280	3770	2600	260
Shpatulla e djathtë e digës	2280	4270	3150	650	1880	2780	2440	300

Vetitë fiziko-mekanike të betonit në dyshemenë e galerisë së dytë dhe tomografisë sismike midis sipërfaqes së kurorës së digës me galerinë e droselave dhe midis galerisë së droselave dhe galerisë së dytë në digën e Ulzës, sipas të dhënave të kontrollit in-situ sismik.

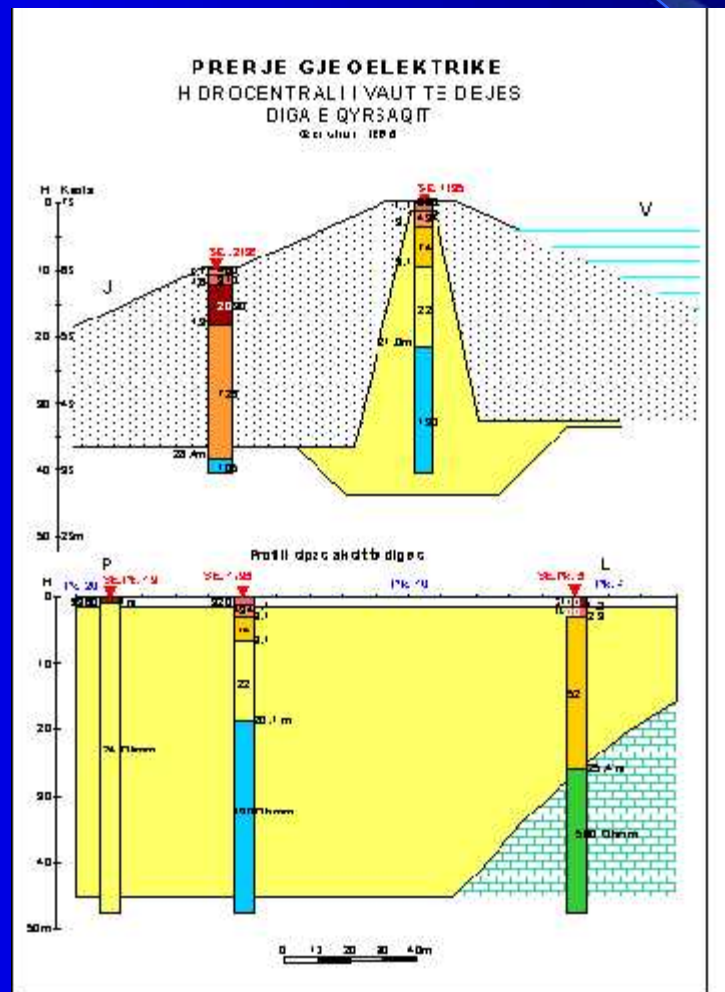
Tabela 6

Lloji i objektit	Objekti	Vp m/s	Vs M/s	ρ , g/cm ³	Koef. Pua- sson it ν	Moduli dinamik i elasticitetit, x10 ⁵ KG/cm ²		Moduli i ngrurtë sisë, G, në x10 ⁵ KG/cm ²	Moduli Bulkut K, në x10 ⁵ KG/cm ²	Shtypja vellido- re Sh, në x10 ⁵ KG/cm ²
						Sipas Vp	Sipas Vs			
Lloji i objektit	Dysheme- në e galerisë	2 500	110 0	2.40	0.38 0	0.82	0.82	0.30	1.13	1.13
	së mezit	1200	230	2.14	0.48 1	0.3	0.03	0.01	0.29	0.29
	Tomogr. Sipërfaqe e kurorës	5035	242 9	2.44	0.35	3.96	4.47	1.47	4.35	4.35
	Galeri e droselave									
	Tomogr. Galeri e droselave Galeria e dytë	4300	241 2	2.44	0.27	3.68	3.67	1.45	2.67	2.67

Kontrolli i vetive fiziko-mekanike i digave të ndërtuara me materiale të vendit

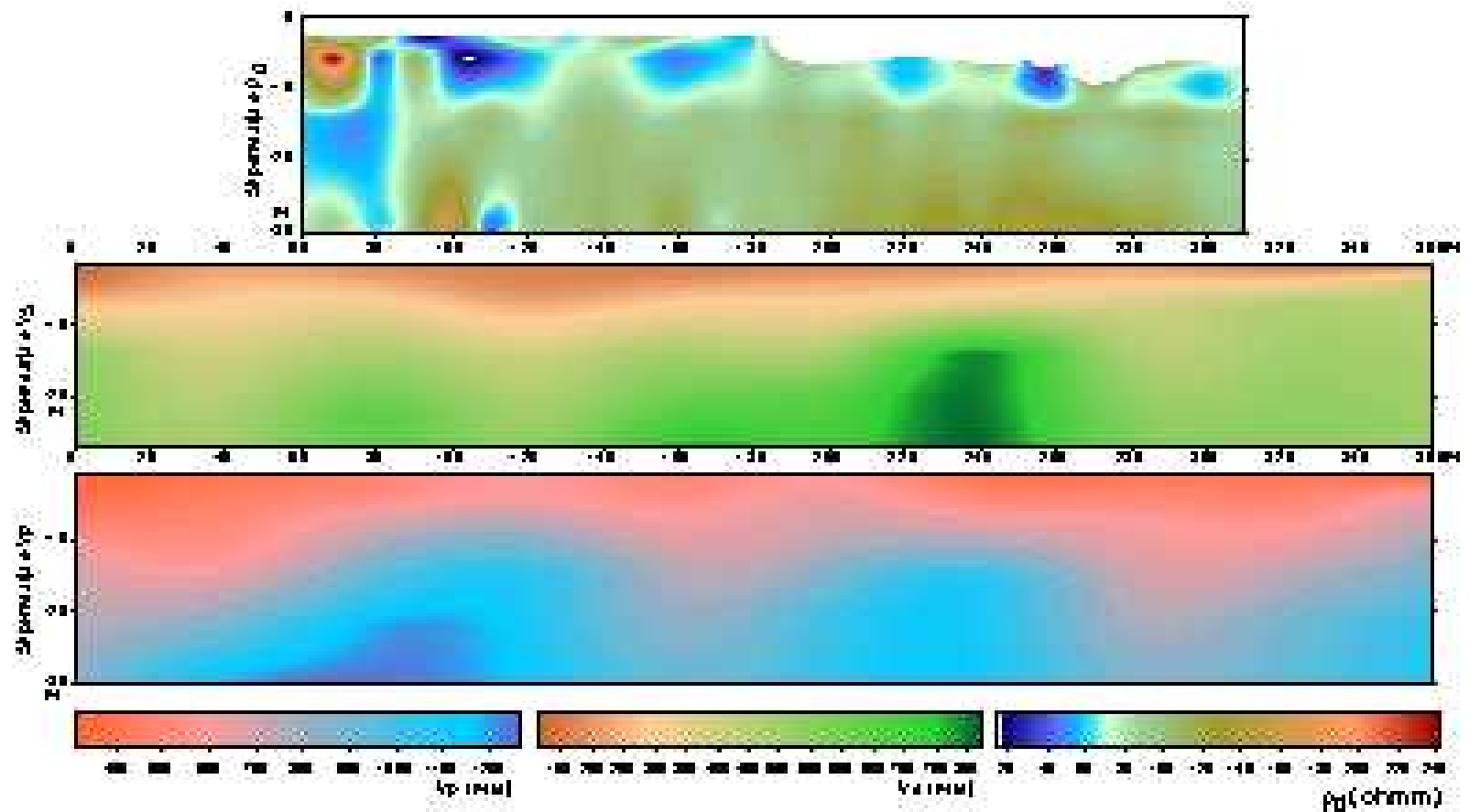
Diga me material vendi e Qyrsaqit në hidrocentralin e Vaut të Dejës

Rezultatet e Sondimeve elektrike



DIGA ME MATERIAL VENDI-QYRSAQ

NDIKIMI I DEPERTIMIT TE UJIT NE VLERAT E REZISTENCES SE DUKSHME DHE TE v_p
HIDROCENTRALIVAUT TE DEJEB
DIGA E DHEUT TE QYRBAQIT



Vetitë fiziko-mekanike të materialit mbushës së digës prej material vendi në Qyrsaq të Vaut të Dejës, sipas të dhënave përfaqësuese të kontrollit in-situ sismik

Tabela 91

a	Shtresa		Vp m/s	Vs m/s	ρ , g/cm ³	Koef. Pua- sso- nit ν	Moduli dinamik i elasticitetit, x10 ⁵ KG/cm ²		Moduli i ngrurtësi- së, G, në x10 ⁵ KG/cm ²	Moduli Bulkut K, në x10 ⁵ KG/cm ²	Shtypja vëllimore Sh, në x10 ⁵ KG/cm ²
	Nr	H në m.					Sipa s Vp	Sipas Vs			
sa	1	5	840	300	1.70	0.43	0.04	0.04	0.02	0.10	0.10
je	2	15	1480	480	1.88	0.44	0.13	0.13	0.04	0.36	0.36
ut	3		2400	1200	2.26	0.33	0.88	0.88	0.33	0.88	0.88

Përfundime

Nga shembuj e analizuar më lart, argumentohet se:

-njohja eparametrave fiziko- mekanike të materialeve të ndërtimit, si edhe e trojeve ku ngrihen objektet, me anën e metodave komplekse moderne, midis ë cilave ato **gjeofizike** zënë sot një vend kryesor.

Këto të dhëna vihen në themel të:

- projektimit të konstruksionit të veprave me metodat e ditëve tona për projektimet e mbështetura në vetitë dinamike të truallit ku ngrihet vepra, si edhe

- për rivleresimet e qëndrueshmërisë së objekteve kapitale të ndërtuar shumë vjet më parë, për kushtet aktuale të gjendjes së tyre, për të qënë më cilësor vlerësimi i rrezikut dhe sigurisë.

- **Sot, kontrollet in-situ gjeofizike kanë marrë rëndësi shumë të madhë, pasi janë metodat e vetme që japin të dhëna për gjëndjen e materialeve të ndërtimit siç ndodhen në natyrë dhe jo për një vëllim të vogël të tyre, siç është vetëm prova e marrë për përcaktimet laboratorike.**

Gjatë provave in-situ me metoda gjeofizike inxhinjerie, vetitë fiziko - mekanike të materialeve të ndërtimit vlerësohen për një vëllim të madh dhe, në këtë mënyrë, ato janë më përfaqesuese, për rrjedhojë edhe vlerësimet bëhen me të sakta e më të besueshme.

Natyrisht, kjo nuk do të thotë që nuk janë të nevojshme provat laboratorike. Ato janë të domosdoshme, vetëm në atë sasi, aq sa duhen për të përcaktuar varësitë midis vetive fizike dhe atyre mekanike të materialeve të ndërtimit dhe të trojeve.

*FALMINDERIT
PËR
VËMËNDJEN!*