
Георги Алексиев, Маринела Агаларева /

Georgi Aleksiev, Marinela Agalareva

ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ГЕОДИНАМИКА НА
ОПАСНИТЕ ГРАВИТАЦИОННИ ЯВЛЕНИЯ И
ПРОЦЕСИ В ОБСЕГА НА БАЛАНОВСКИЯ РИД –
РАЗМЕТАНИШКИ ПРАГ

*Geomorphology and Geodynamics of Hazardous
gravitational Phenomena and Processes in Balanovo
Hill – Razmetanitza Threshold*

Abstract: *The article analyzed the static conditions and dynamic factors that determine the occurrence, formation and dynamics of hazardous gravitational phenomena affecting the Transit gas pipeline Russia “ Greece passed within the main watershed of the hill Balanovo. An assessment of vulnerability to reduce the hazardous effects of gravitational processes.*

Key words: *geomorphological processes, hazardous geodynamic processes, landslides, ogravitational processes*

ВЪВЕДЕНИЕ

В пластиката на земната кора, гравитационните явления и процеси са едни от най-широко разпространените. Те формират висока потенциална геодинамична опасност за социално-икономическата система. За геоморфоложкото пространство на нашата страна с висока морфоложка изява свлачищно-срутищните процеси се демонстрират в рамките на палеогенските и неогенски грабени, запълнени от резистентни седиментни разрези и високи подземни води. С висока концентрация на тези опасни геодинамични явления и процеси се демонстрира и Бобовдолския палеогенски грабен. Тук съществуват благоприятни предпоставки и условия за тяхното развитие. За тяхната обективна оценка са проведени детайлни геоложки, инженерно-геоложки и хидрогеоложки проучвания във връзка с прокарване трасето на бъдещия газопровод за Гърция. При тези изследвания се дават подробни сведения относно разкритите на повърх-

ността и в дълбочина до 7-8 m инженер-геоложки и хидрогеоложки условия (Банков и кол., 1989).

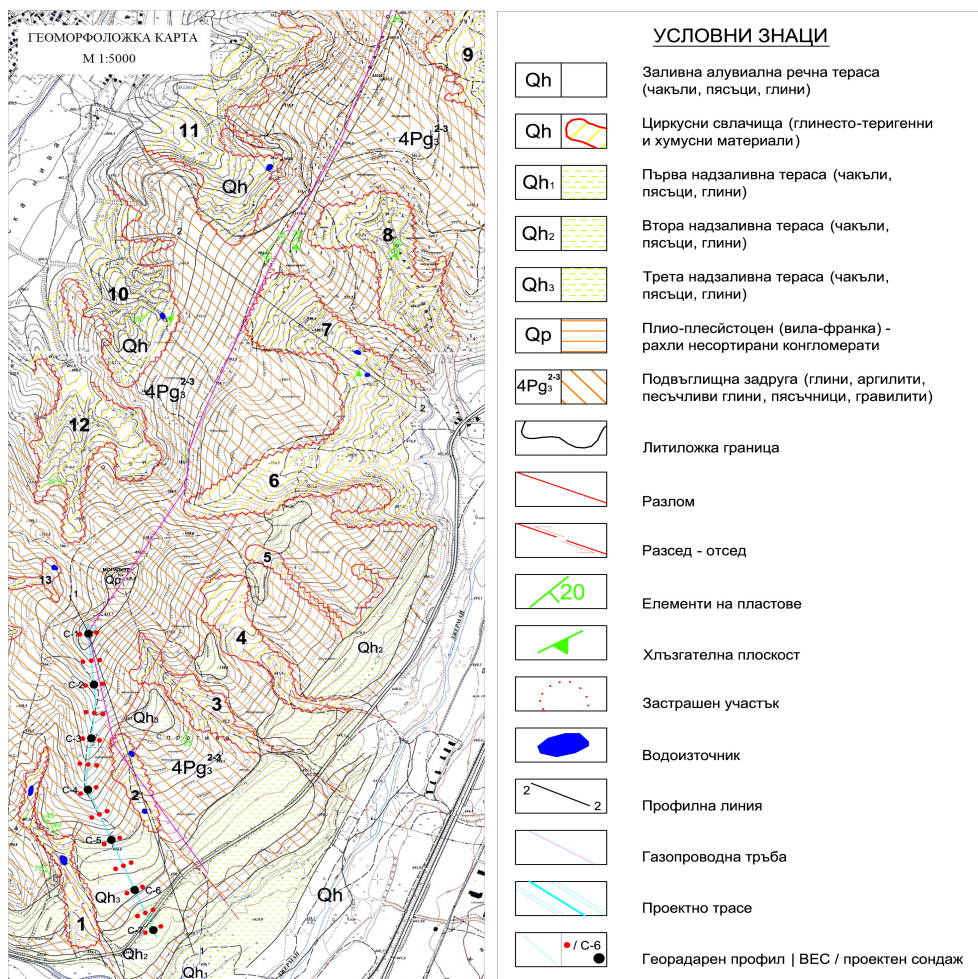
Настоящото изследване е резултат от изпълнението на интердисциплинарна договорна задача с ЕАД “БУЛГАРТРАНСГАЗ” – 2007 г. от колектив, в който взехме участие. Целта на задачата беше да се извърши комплексен анализ на природните (геоморфоложки, инженер-геоложки, хидрогеоложки, хидроклиматични, сеизмоложки) и антропогенни фактори във връзка с оценка на мултириска от активизираните свлачищни процеси при 5⁶⁰⁰ km и 7²⁰⁰ km за нови инженерни решения за укрепване или изместване на засегнатия “Транзитен газопровод Русия – Гърция”.

Целта на настоящата статия е анализът на статичните условия и динамичните фактори, които обуславят възникването, формирането и динамиката на опасните гравитационни явления и процеси, засягащи “Транзитния газопровод Русия – Гърция”, прокаран в обсега на главния вододел на Балановския рид. В резултат на това да се направи оценка на уязвимостта и мултириска с оглед намаляване на последиците от опасните гравитационни процеси.

ГЕОМОРФОЛОЖКИ ПРЕДПОСТАВКИ И УСЛОВИЯ ЗА РАЗВИТИЕТО НА ОПАСНИТЕ ГРАВИТАЦИОННИ ЯВЛЕНИЯ И ПРОЦЕСИ

Балановският рид се явява сегмент и югозападно разклонение на Разметанишкия напречен праг. Неговата надлъжна орографска структура е ориентирана в североизток/югозападна посока. Пространствената рамка на Балановския рид на северозапад се маркира от дълбоко всечената в приабонския субстрат долина на р. Разметаница. На югоизток границата се фиксира от дълбоката Джерманска грабеновидна долина, запълнена от палеогенски и неоген-кватернерни седименти.

Фиг. 1. Геоморфоложка карта

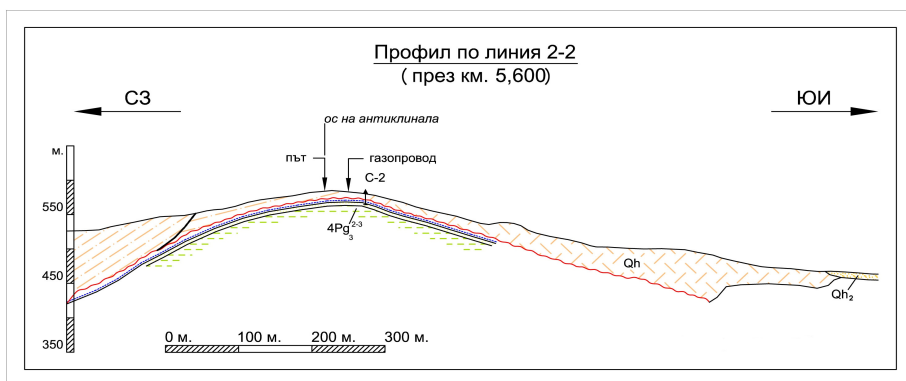


В морфометрично отношение Балановският рид се характеризира със следната надлъжна и напречна диференциация: дължината му е приблизително 5 км, а ширината е около 2 км. Теменните му части са разположени в хипсометричния пояс от 600 m, като се наблюдава плавно денивелиране на билото в югозападна посока. Билните части са срязани от морфоложки представителното плио-плейстоценско наклонено ниво, върху което са развити чакълени шапки. В района на вр. Могилите върху него е разкрит представителен разрез от плио-плейстоценски наслаги с дебелина до 10 m. Те са разположени дискордантно върху седиментите на подвъглищната задруга. Изградени са от полигенни неспоени чакъли, пясъци и глини с червеникаво оцветяване. Балановският рид се отличава с типична переста конфигурация на речно-долинна мрежа. Тя е

представена от гъсто и дълбоко всечени долини и суходолия, които оформят левите притоци на долината на р. Разметаница и десните притоци на р. Джерман. Северозападният и югоизточният макросклон на Балановския рид са изградени основно от лесноподатливите на ерозия палеогенски седименти. Те обуславят всичането на гъста и дълбока до 150 m мрежа от долини, суходолия и ровини в пределите на двете макросклонови повърхнини.

Балановският рид се явява напълно конформен на тясна и линейно изтеглена антиклинална гънка, която е изградена основно от континентално-моласово въгленосен разрез с приабон-олигоценска възраст. Той включва две задруги: пъстра подвъглищна и въгленосна задруга. Пъстрата подвъглищна задруга е представена от конгломератно-пясъчникова, въгленосно-битуминозна, аргилитно-битуминозна пъстроцветно-моласови скали. Въгленосната задруга включва алтернация от пясъчници, аргилити и пясъчници. Резистентните свойства на седиментите определя подчертано заоблените морфоложки черти, структурен стил, генезиса и особено устойчивостта на склоновете. Доминиращата палеогенска пъстра подвъглищна задруга във вертикалния геоложки разрез на Балановския рид, включва алтернация от сравнително дебели сиво-зелени глини в основата на разреза, над които са разположени с незначителна дебелина сиви до бледожълти гравелити и пясъчливи глини. Геоложкият разрез завършва с пясъчници с незначителна дебелина (Загорчев и др., 1989; Загорчев и др., 1994; Маринова, 1993). Гънкният пласт от пясъчници, като устойчив скален субстрат на ерозионно-денудационните процеси, бронира или коронясва билните части на Балановския рид, поради което главното било се явява и най-устойчивият участък в пределите на рида. В пределите на този относително най-стабилен вододелен участък е прокаран и „Транзитния газопровод Русия – Гърция“.

Фиг. 2. Профилна линия 2-2 (5⁶⁰⁰ km) – Антиклинална гънка



Сравнително оголените макросклонове и лесноподатливите на ерозия скали са стимулирали вертикалната ерозия, поради което речно-долинната

мрежа е дълбоко вкопана, като разкрива наклонените до 30-35° сиво-зелени глини от подвъглищната задруга. Те се явяват водоупорен хоризонт за подземния воден отток, изливането на който се маркира от мочурища, заблатявания и извори. Колебанията на нивото и кинетичната енергия на подземния отток обуславя протичането на суфозионни процеси, които изнасят слабоспоените гравелити и пясъчливи глини. Това нарушава сцеплението със стръмната склонова плоскост на зелените мазни и глинести пластове и предизвиква масови гравитационни деформации на горележащите скални маси, като се формират циркусоподобни свличания по посока на дълбоките долове. В пространство между относително устойчивите второстепенни вододелни пространства в периферията на Балановския рид са формирани серия от над 20 коритообразни долини и суходолия, характеризиращи се с протичането на активни гравитационни явления и процеси (Алексиев, Георгиев, 2002). Те са развити приблизително перпендикулярно на главния вододел и представляват гравитационни потоци от свлачищни стъпала. Във вътрешния строеж на циркусоподобните гравитационни явления и процеси се наблюдават система от каскадно разположени свлачищни стъпала с обратни наклони към тилните свлачищните откоси, характеризиращи се най-често с височина над 15 m (Фиг. 1). В резултат от гравитационните склонови деформации в тилните части на свлачищните стъпала са формирани негативни понижения, които акумулират високите пролетни води, които формират незначителни заблатявания. Тези масови гравитационни явления и процеси намират пряко отражение върху устойчивостта на двата макросклона и ги превръщат в рискови територии за прокараната пътна и особено прокараната транзитна газопреносна инфраструктура (Alexiev, 2001).

През миналия век в обсега на прилежащите склонови пространства на циркусоподобната долинна мрежа се е извършило масово терасиране, като терасните площадки частично са залесени и облагородени с лозови масиви. Вероятно тази целенасочена антропогенна намеса в обсега на склоновете е извършена като превантивна мярка за намаляване и ограничаване на интензивността и скоростта на линейните ерозионни процеси. Обаче тези превантивни мерки, не довеждат до предотвратяване и ликвидиране на ускорената ерозия, а допълнително предизвикват и рязко стимулират гравитационните деформации на огромни скални маси, което повишава потенциала на свлачищната опасност. Нейното пряко отражение в съвременния релеф е под формата на ускорено развитие на гравитационните явления и процеси по посока на главния вододел на Балановския рид.

Свлачищните процеси в рамките на Балановския рид особено активно са стимулирани през последните години под въздействието на екстремните и сезонни валежни количества и формирането на временни и локални заблатявания в тила на изкуствените терасни площадки (Rangelov et al, 2009).

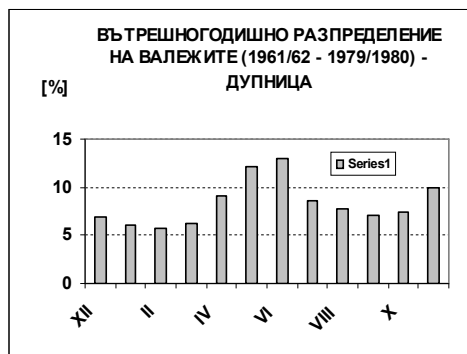
ХИДРОКЛИМАТИЧЕН ФАКТОР – РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ, СЕЗОННОСТ И КОЛЕБАНИЯ НА ВАЛЕЖИТЕ В РЕГИОНА

Регионът попада в преходно-континенталния климатичен пояс, характеризира се с обилни количества на валежите в сравнение с останалите територии от нашата страна. Тези екстремни валежи се установяват от наблюденията в най-близката метеорологичната станция – гр. Дупница. Данните, въз основа на които е извършен анализа на валежите е за периода 1961 – 2000 г. Тенденцията на годишните колебания на валежите е показана на Фиг. 3.

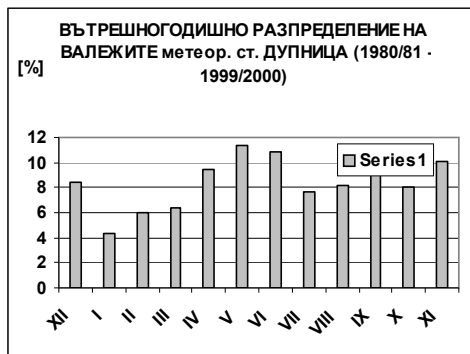
Фиг. 3. Колебание на годишните валежи в Егейска отточна област



Процентното разпределение на валежите през годината за два периода е представено на фиг. 4 и 5.



Фиг. 4. Процентно разпределение на валежите (1961/1662 – 1972/1980)



Фиг. 5. Процентно разпределение на валежите (1980/1981 – 1999/2000)

Сезонните разпределения на валежите са представени според принципа на тяхното обособяване, който е приет у нас. От анализа на данните се установява, че валежите са сравнително равномерно разпределени през годината, което недвусмислено показва, че тук постоянно и сравнително ритмично вали. Зимният сезон показва малко по-ниски стойности на валежите. Сезонното разпределение на валежите е дадено в табл. 1 и 2.

Табл. 1. Сезонни суми на валежите (1961/1962 – 1979/1980 г.)

Година	Зима	Пролет	Лято	Есен	Год. суми
1961/62	64	222	100	256	642
1962/63	170	102	150	79	501
1963/64	82	168	128	209	587
1964/65	143	142	180	58	523
1965/66	206	172	222	151	751
1966/67	128	155	159	96	538
1967/68	145	95	218	101	559
1968/69	196	130	120	43	489
1969/70	187	169	112	126	594
1970/71	80	173	122	139	514
1971/72	45	90	206	330	671
1972/73	53	224	173	126	576
1973/74	143	184	185	139	651
1974/75	51	177	252	189	669
1975/76	52	182	321	170	725
1976/77	126	152	172	144	594
1977/78	92	221	209	166	688
1978/79	105	131	213	146	595
1979/80	91	302	143	164	700
Сезонна норма	114	168	178	149	609
%	18.66	27.58	29.25	24.47	

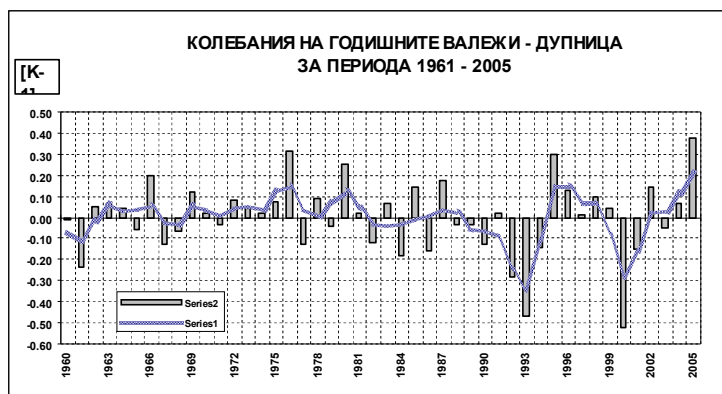
Табл. 2. Сезонни суми на валежите (1980/1981 – 1999/2000 г.)

Година	Зима	Про лет	Лято	Есен	Год. суми
1980/81	136	157	209	151	653
1981/82	84	148	159	118	509
1982/83	148	117	298	173	736
1983/84	73	193	101	111	478
1984/85	151	154	255	194	754
1985/86	155	113	196	50	514
1986/87	127	238	103	192	660
1987/88	121	143	166	209	639
1988/89	49	99	202	246	596
1989/90	52	160	75	110	397
1990/91	225	269	73	207	774
1991/92	21	145	150	99	415
1992/93	64	89	44	94	291

1993/94	77	180	170	117	544
1994/95	115	176	310	168	770
1995/96	160	149	79	304	692
1996/97	81	182	118	219	601
1999/2000	112	117	52	57	338
Сезонна норма	108	157	153	157	576
%	18.89	27.38	26.71	27.28	

Установява се, че годишните валежни количества през периода 1961/1962 – 1979/1980 г. са с 33 mm по-високи от тези, регистрирани през втората фаза (1980/1981 – 1999/2000 г.). Колебанието на валежите за периода 1960 – 2005 г. е дадено на фиг. 6.

Фиг. 6. Колебание на валежите (в отклонение от нормата и филтрирани стойности)



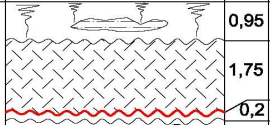
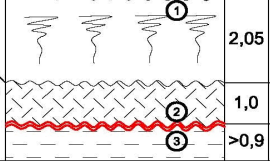


На фигурата добре се открояват годините с повишена водност – 1955, 1976, 1980, 1995 и 2005. С ниска водност са 1961, 1992, 1993 и 2000 година. Това фазово изменение на валежите може да се използва при устройството, управлението и устойчивото развитие на природно-обществената система (Ковачки и др., 2007).

Инфилтрацията на екстремни валежни води и съхранените блатните води в обхвата на телата на терасните площадки довежда до рязко увеличаване на обема на скалните маси и допълнително подхранване на формирания низходящ подземен отток по плоскостта на хлъзгателната повърхнина от сиво-зелени глинести хоризонти. Това обуславя динамично протичане на масови гравитационни трансформации на скални маси по посока на дълбоко всечените долове или се идентифицира неустойчивост на двете субпаралелни склонови повърхнини. Тяхното ускорено срещуположно (латерално) отстъпване към главния вододел, обуславя съкращаването на ширината на билните вододелни участъци на рида

и активизарне на свлачищни процеси, които пряко атакуват (подкопават) трасето на транзитния газопровод.

МОРФОЛОГИЯ НА СВЛАЧИЩНИЯ МАСИВ

Първият участък е развит на 7²⁰⁰ km и разположен на 600 m надм.в., южно от вр. Могилите (к. 924). Абсолютната му кота варира от 480 до 545 m надм. в., като наклона на терена е плавен около 15° на югоизток. Газопроводната тръба е положена на 1,5 – 1,6 m и попада в обхвата на активното свлачище от кота 500 до кота 534. Посоката на хлъзгане (свличане) на палеоген-кватернерните седименти е 172°, като пресича трасето на газопровода под ъгъл от 20° (посоката на газопроводната тръба е 152-155°). Общата дължина на попадащата тръба в засегнатия от свлачищни деформации склон е около 250 m (Ковачки и др., 2007). Въз основа на резултатите от инженер-геоложки изследванията на Банков и кол. (1989) и получените данни от проведените от нас сондажни проучвания във вертикалните стратиграфски колонки се отделят следните основни инженерно-геоложки разновидности (Фиг. 7 и 8).

Находище: км 7,200			Координати: X = 45 50 781 80 Y = 84 77 170 00		Кота: 491,60		Дата: 21.03.2007 г.	
Метод на сондиране: ядково с $\Phi 100$, без промивка					Диаметър на сондажа: $\Phi 100$			
Система	Серия	индекс	ЛИТОЛОЖКА КОЛОНКА	дебелина в м.	номер на пласт	ЛИТОЛОЖКО ОПИСАНИЕ		
КВАТЕРНЕР	холоцен	Qh		0,95	1	Кафяво-черен хумус с лещи от сиво-зеленикави глини.		
				1,75	2а	Зелено-кафяви, слабо пясъчкови глини със серицит и кварц. От 1,7 до 2,6 се увеличава пясъкливо-гравийната съставка.		
				0,2	2б	Зона на хлъзгане.		
ПАЛЕОГЕН	среден-горен олигоцен	4P _{2,3}		2,05	3а	Кафяво-черен хумус с гравийни късчета от: аргилити, кварц, аплители, пегматити, диорити.		
				1,0	3б	Силно пясъкливо-гравийни глини, жълто-кафяви с късчета от аплители, диорити, кварц.		
				>0,9	4	Сиво-зеленикави, плътни, мазни, слабо пясъкливи глини.		
Забой - 6,9 м.								
<p>① Ненарушена проба от 2,8 м. до 3,3 м.</p> <p>② Ненарушена проба от 5,5 м. до 6 м.</p> <p>③ Ненарушена проба от 6,15 м. до 6,5 м.</p> <p> Главна хлъзгателна повърхност</p> <p> Сателитна хлъзгателна повърхност</p>								
ЛИТОСТРАТИГРАФСКА КОЛОНКА НА С-1								

Фиг. 7.

Находище: км 7,200		Координати: X = 46 50 570 30 Y = 84 77 127 30		Кота: 505,70	Дата: 24.03.2007 г.	
Метод на сондиране: ядково с Ф100, без промивка				Диаметър на сондажа: Ф100		
Система	Серия	Индекс	ЛИТОЛОЖКА КОЛОНКА	Дебелина в м.	номер на пласт	ЛИТОЛОЖКО ОПИСАНИЕ
ПАЛЕОГЕН среден горни олигоцен	4P ₂₋₃	втори НЮ хоризонт долно НЮ ниво		2,2	2a	Малък от черно-кафяв хумус и жълто-кафяви пясъчливи глини.
				1,0	3a	Черно-кафяв хумус.
				1,4	3б	Жълто-кафяви пясъчливи гравийни глини.
				1,1	3в	Кафяво-черен хумус с лещи от пясъчливи жълто-кафяви глини.
				5,6	4	Слабо пясъчливи, мазни, плътни, пластични, сиво-зеленикави глини.
				0,6	5	Жълто-кафяви пясъчливи гравийни глини с късове от дървет и аргил.
>3,9	6	Сивозеленикави слабо пясъчливи глини.				
Забой - 16,2 м.						
<p>⊗ Слабо нарушена проба</p> <p>~ Главна хлъзгателна повърхност</p> <p>~ Сателитна хлъзгателна повърхност</p>						
ЛИТОСТРАТИГРАФСКА КОЛОНКА НА С-4						

Фиг. 8.

Съвременна почва или пласт от твърдо пластични глини с дебелина от 1, 50 до 3 m и холоценска възраст.

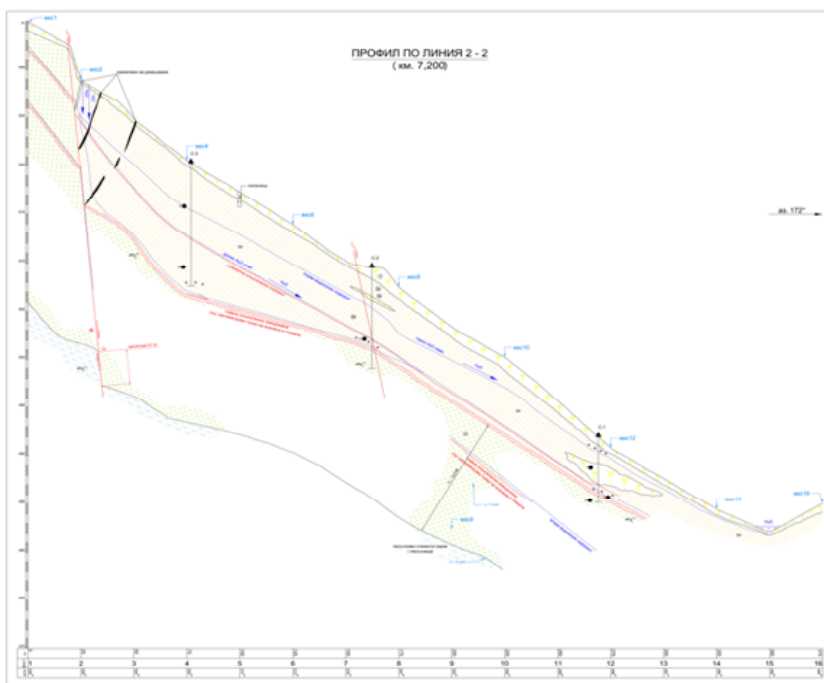
Вторият и трети пласт са представени от твърди пясъчливо-гравийни и жълто-кафяво прахово-пясъчливи глини, участващи в свлачищния процес, като дебелината им се изменя от няколко метра и достига 12 m.

Четвъртият пласт е от сивозеленикави твърдо пластични прахови глини, горнището на които е и главната хлъзгателна повърхнина (Фиг. 7 и 8). Възрастта им е средно-късноеоценска.

Петият пласт е представен от сиво-зелени полутвърди пясъчливи глини със завишен гравийен компонент, дебелина от 1,5 до 12 m и установени подземни води на втория водоносен хоризонт. Пряко доказателство за това са многобройните карбонатни и хидроокисни наледи.

Шестият пласт от сиво-зеленикави глини по физико-механични свойства отговаря на глините от четвъртият пласт – плътни, мазни, силно набъбващи от вода пластични глини, залягащи на дълбочина от 20 до 22 m или имат дебелина 15 m.

Анализът и обобщаването на данните от сондажните стратиграфски колонки позволи да се изготви геоложки разрез по профилна линия 2-2 на първия участък на свлачищното явление при 7²⁰⁰ km (фиг. 9).



Фиг. 9. Профил по линия 2-2 (7²⁰⁰ km)

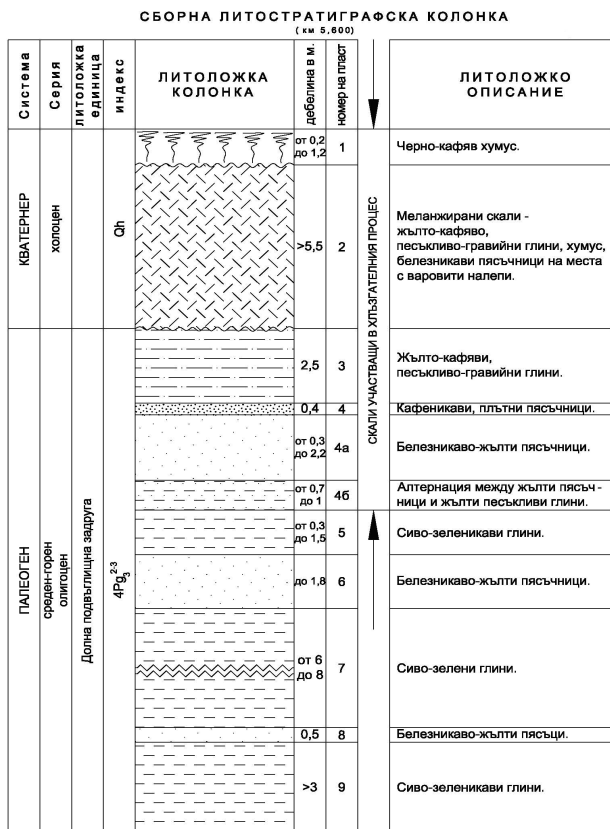
В резултат на геоморфоложките наблюдения и проведените сондажни проучвания са установиха две субпаралелни листрични разседни разкъсвания. Те имат посока 15–20° и наклони от 75 до 85°, плавно затъващи на югоизток. Двете креслоподобни склонови стъпала са с амплитуда от 0,2 до 1,5 m. Обхвата на свлачищните стъпала се маркира от оперяващи, отворени напуквания от няколко до 10–15 cm, имащи характер на пукнатини на разкъсване. На североизток от склоновите свлачищни стъпала се очертават плитки разкъсвания с наклон от 170–175°. Те маркират стъпаловидни пропадания от 0,2 до 1–2 m, а така също и от отворена пукнатина до 0,15 m и проследяваща се около 160–170 m в същата посока. Пропаднал е югозападният блок, като се е придвижил на югоизток. Подобни разседни разкъсвания се идентифицират на 28–30 m в югозападна посока. На повърхността също се маркира със стъпаловидни пропадания и отворена пукнатина се проследява на около 120–130 m. Тук е пропаднал североизточният блок, като се е придвижил на югоизток. При неблагоприятни климатични условия е възможно ново активизиране на този участък, т.е. увеличаване на размерите на свлачището на запад, което ще атакува главния

вододел. В челото на свлачището се изливат подземни води, оформящи мочурище. В ядката на един от сондажите на дълбочина 5,1 m е установена границата на свличещното тяло или хлъзгателната повърхност, съвпадаща с горнището на сиво-зеленикавите глини. Глините са огънати (дисхармонични или гънки на влачене), с югоизточна вергентност, съвпадаща на посоката на хлъзгане. Гънките са от няколко милиметра до няколко cm. Такива зони на деформация, с дебелина до 0,2 m се наблюдават и в ядките на останалите сондажи под хлъзгателната повърхност.

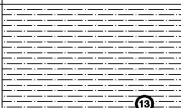



Анализът на получените резултати показва, че установените подземни водоносни хоризонти, имат пряко отношение към динамиката на свлачищните процеси. Наред с неотектонските движения и наличието на подходящи глинести водоупорни скали, грунтовете води са един от най-важните фактори. Режимът на горното ниво се формира, само под влияние на падналите и инфилтриращи се количества валежи. За втория водоносен хоризонт не е изключено, да става също подхранване, с водонапорни води от водоносните хоризонти на долната подвъглищна задруга. Подхранването става от северозападния край на свлачището, за което способстват разседните разкъсвания, плоскостите на които се явяват дренажни канали за пониране на водите. Тук е мястото да се отбележи и антропогенното влияние – терасиране на склоновете и оформянето на площадки с лек обратен наклон, който способства задържането на валежните води. Тяхната инфилтрация допълнително стимулира проявата на свлачищни явления и процеси, тъй като генералната посока на подземния поток е от северозапад на югоизток. От наличието на налепи от карбонати и железни хидроокиси е видно, че те се отличават с резки изменения на режима и са напълно под влиянието на физико-географските условия, без ясно изразено горно водно ниво (водно огледало). От сондажните проучвания са установени два водоносни хоризонта: първият с максимален воден стълб от 3,6 m и вторият с максимален воден стълб от 0,6 m. Механизмът на свлачищния процес е свързан с низходящия подземен отток, по повърхността на водоупорния хоризонт от глинести скали, изнасянето на пясъчливо-гравийния компонент от водоносния хоризонт, нарушаването на сцеплението и свличането на горележащите обеми от скални маси. Формирането на креслоподобни склонови деформации в тилните участъци на които се формират заблатявания, а в челните се образуват извори и съпровождащите ги мочурища.

Вторият участък е развит на 5⁶⁰⁰ km от трасето и се намира на 1200 m надм. в., север-североизточно от вр. Могилите (к. 924). Абсолютната му kota се изменя от 565 до 590 m надм. в. Наклонът на терена е плавен около 15° от северозапад на югоизток. Газопроводната тръба е положена на 1,5 – 1,6 m и попада в горните части на огромен свлачищен циркус (дъл. – 700 m; шир. 650 m и площ около 0,5 km²). Пряко въздействие на свлачищните процеси върху газопровода е на разстояние около 180 m. Изледван е само един малък участък от



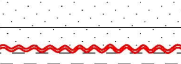

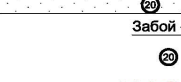

активното свлачище от к. 500 до кота 594 m надм. в. Посоката на свличане на палеоген-кватернерните седименти е 120 – 122°. Общата дължина на попадащата тръба в засегнатия от свлачищни деформации склон е около 500 m. Въз основа на резултатите от инженер-геоложки изследванията на (Банков и кол., 1989) и получените данни от проведените от нас сондажни проучвания във вертикалната стратиграфска колонка се отделят следните основни инженерно-геоложки разновидности (Фиг. 10, 11, 12, 13, 14).



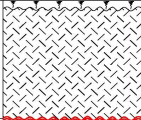
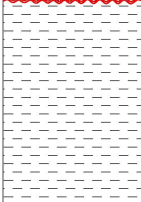
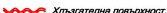
Фиг. 10.

Находище: км 5,200			Координати: X = 45 52 899 00 Y = 84 77 568 80		Кота: 585,30		Дата: 27.03.2007 г.	
Метод на сондиране: ядково с $\Phi 100$, без промивка					Диаметър на сондажа: $\Phi 100$			
Система	Серия	индекс	ЛИТОЛОЖКА КОЛОНКА	дебелина в м.	номер на пласт	ЛИТОЛОЖКО ОПИСАНИЕ		
ПАЛЕОГЕН	среден-горен олигоцен	4P ₃ ²⁻³		3,2	3	Алтернация между беззникаво-жълти пясъчници и жълто-кафяви пясъчливи глини.		
				2,2	4a	Беззникаво-жълти слабо глинести пясъчници.		
				1,5	5	Сиво-зеленикави глини.		
				>0,8	6	Беззникаво-жълти пясъчници.		
Забой - 7,7 м.								
13 Слабо нарушена проба от 3,0 м. до 3,2 м. 14 Проба от 6,75 м. до 6,9 м. 15 Нарушена проба от 7,6 м. до 7,7 м.								
ЛИТОСТРАТИГРАФСКА КОЛОНКА НА С-1								

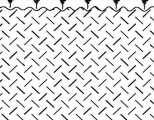
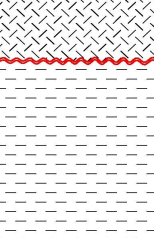

Фиг. 11.

Находище: км 5,600			Координати: X = 45 50 888 20 Y = 84 77 153 40		Кота:		Дата: 29.03.2007 г.	
Метод на сондиране: ядково с $\Phi 100$, без промивка					Диаметър на сондажа: $\Phi 100$			
Система	Серия	индекс	ЛИТОЛОЖКА КОЛОНКА	дебелина в м.	номер на пласт	ЛИТОЛОЖКО ОПИСАНИЕ		
КВАТЕРНЕР	холоцен	Qh		0,2	1	Черно-кафяв хумус.		
				3,3	3	Алтернация между беззникаво-жълти пясъчници и жълто-кафяви пясъчливи глини.		
ПАЛЕОГЕН	среден-горен олигоцен	4P ₃ ²⁻³		1,4	4a	Беззникаво-жълти пясъчници с единична прослойка от жълти глини.		
				0,7	5	Сиво-зеленикави глини.		
				>1,9	6	Беззникаво-жълти слабо глинести пясъчници.		
Забой - 7,5 м.								
20 Нарушена проба от 7,3 м. до 7,5 м.  Хлъзгатална повърхност								
ЛИТОСТРАТИГРАФСКА КОЛОНКА НА С-4								

Фиг. 12

Находище: км 5,600		Координати: X = 49 52 898 10 Y = 84 77 597 50		Кота: 583,70	Дата: 28.03.2007 г.	
Метод на сондиране: ядково с $\Phi 100$, без промивка				Диаметър на сондажа: $\Phi 100$		
Система	Серия	индекс	ЛИТОЛОЖКА КОЛОНКА	дебелина в м. номер на пласт	ЛИТОЛОЖКО ОПИСАНИЕ	
КВАТЕРНЕР	холоден	Oh		0,3	1	Черно-кафяв хумус.
				4,2	2	Песъкливи глини с късове от белезникаво-жълти пясъчници.
ПАЛЕОГЕН	среден-горен олигоцен	4P _{2,3} 4P ₅		8	7	Сиво-зеленикави глини.
				0,5	8	Белезникаво-жълти пясъчници.
				>3	9	Сиво-зеленикави глини.
Забой - 16 м.						
⑩ Слабо нарушена проба от 14,5 м. до 14,6 м.						
 Хлъзгавелна повърхност.						
ЛИТОСТРАТИГРАФСКА КОЛОНКА НА С-2						

Фиг. 13.

Находище: км 5,600		Координати: X = 49 52 894 80 Y = 84 77 585 20		Кота: 584,80	Дата: 29.03.2007 г.	
Метод на сондиране: ядково с $\Phi 100$, без промивка				Диаметър на сондажа: $\Phi 100$		
Система	Серия	индекс	ЛИТОЛОЖКА КОЛОНКА	дебелина в м. номер на пласт	ЛИТОЛОЖКО ОПИСАНИЕ	
КВАТЕРНЕР	холоден	Oh		0,3	1	Черно-кафяв хумус.
				5,7	2	Жълтеникаво-кафяви песькливо-гравийни глини.
ПАЛЕОГЕН	среден-горен олигоцен	4P _{2,3} 4P ₅		6	7	Сиво-зеленикави глини.
				>0,5	8	Белезникаво-жълт пясъчник.
				Забой - 12,5 м.		
⑪ Нарушена проба от 12,35 м. до 12,5 м.						
 Хлъзгавелна повърхност						
ЛИТОСТРАТИГРАФСКА КОЛОНКА НА С-3						

Фиг. 14.

На представената сборна стратиграфска колонка за участък 5⁶⁰⁰ km се разкриват следните последователности от литоложки разновидности:

Първият пласт е от черно-кафяви почви или твърдо-пластични глини с дебелина от 0,20 до 1,5 m.

Вторият пласт е представен от меланжирани седименти, предимно от жълто-кафяви пясъчливо-гравийни глини с малко хумус, рядко късове от кафеникави, псамито-псефито-гравийни пясъчници и жълто-кафяви, глинести пясъчници. Дебелината на този пласт в участъка е от 0 до 5,5 m.

Третият пласт е представен от жълто-кафяви пясъчливи глини. Дебелината им е 3 m в участъка и 4,5 m в северната част на свлачищния циркус.

Четвъртият пласт е представен от здрави, плътни, псамито-псефито-гравийни пясъчници. На цвят кафеникави, с дебелина 0,4 m. Те са най-устойчивите скали в изследвания район и представляват ръководен хоризонт в литостратификацията на палеогенските седименти. Бележат горните нива на подвъглищната задруга. Наред с жълто-кафявите глинести пясъчници коронясват билните участъци на рида. На места изклинват, като дебелината им достига до 5-10 см. Под описаните следват алтерниращи помежду си жълто-кафяви пясъчници и жълто-кафяви пясъчливи глини с дебелина 0,7 – 1 m.

Петият пласт е изграден от сиво-зеленикави прахови глини. Това са плътни, мазни, набъбващи във вода, пластични седименти. При изсъхване се натрошават.

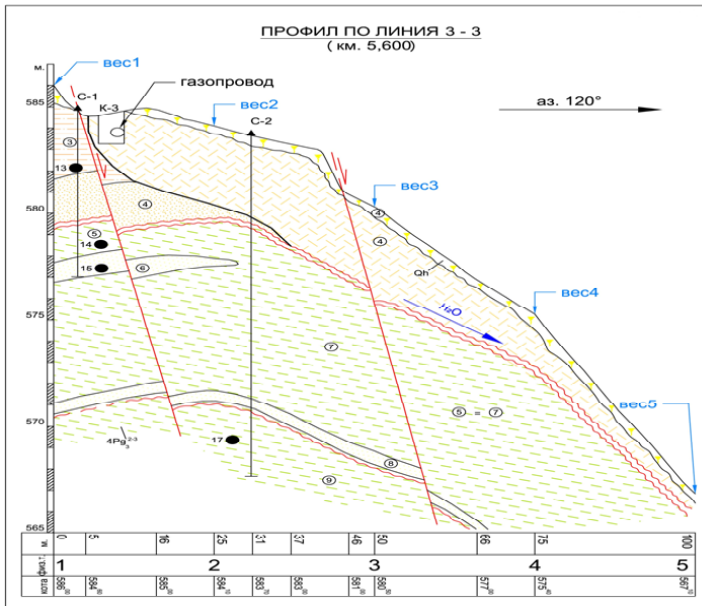
Шестият пласт е изграден от жълто-кафяви неспоени пясъчници с дебелина 1,8 m.

Седмият пласт е изграден сиво-зеленикавите глини, под главната хлъзгата повърхност. Дебелината им е от 6 до 8 m.

Осмият пласт е изграден от кафеникави неспоени пясъчници, установени на дълбочина до 13 m.

Деветият пласт е представен сивозеленикави прахови глини с дебелина повече от 3 m по сондажни данни, а по геофизични данни са с дебелина около 20 – 22 m.

Анализът и обобщаването на данните от сондажните стратиграфски колонки позволи да се изготви геолого-геоморфоложки разрез по профилна линия (3-3) на втория участък или на свлачищния циркус при 5⁶⁰⁰ km (фиг. 15).



Фиг. 15. Профил по линия 3-3 (5⁶⁰⁰ km)

В резултат на геоморфоложките наблюдения и проведените сондажни проучвания са установени три субпаралелни листрични разседни разкъсвания (Алексиев, 2009). Тези разкъсвания имат посока 0–20°, субвертикални наклони от 75 до 85°, които плавно затъват изток-югоизток. Първото разкъсване очертава свлачищния циркус от запад и има посока 20°. Пропаднал е югоизточният блок, със стръмен наклон от около 85°. Амплитудата на пропадане е от 0,5 до 1,2 m. На повърхността то се фиксира със стъпаловидни разсядания, с посока 0° и наклон от 85° на изток. Размахът на пропадане е от 0,5 – 1 m. Освен тях се установяват паралелни или оперяващи, отворени напуквания до 10–15 cm, имащи характер на пукнатини на разкъсване, по някои от които има пропадане до 0,5 – 0,6 m. Пропаднали са източните блокове. Идентифицират се пропадания с размах до 5–6 m, а по разседната пукнатина разположена на повече от 12 m на запад от газопровода, с амплитуда от 1–1,5 m.

Второто разкъсване се намира на около 10 m източно от газопреносната тръба. На терена се наблюдават отворени пукнатини (шир. до 0,1 m). Пропаднал е източният блок с амплитуда на пропадане от 0,3 – 1,2 m.

Третото разседно нарушение се намира на 14 – 15 m източно от второто. То има посока 20° и наклон от 80°, на изток. Амплитудата на разсядане е от порядъка на 0,6 – 1,0 m. На повърхността също се маркира с отворени пукнатини. На около 100 m на юг, извън рамките на проучвания участък са установени две пукнатини, отстоящи една от друга на 12 m. Те се проследяват на терена на повече от 25 m, в близост до газопровода. Широки са до 0,1 m. Посоката им е

45°, вертикални. Те са потенциално опасни и могат да активизират свличане на нова скална маса, която да засегне газопровода.

Трите креслоподобни склонови стъпала се маркират от разседни разкъсвания с посока от 110 до 145° и наклони на североизток от 80 до 90° и амплитуда на разкъсване от (0,6 – 0,8 m) до 1,2 m. Обхватът на свлачищните стъпала се маркира от оперяващи, отворени напуквания от няколко до 10–15 cm, имащи характер на пукнатини на разкъсване. В челото на свлачищния циркус се изливат подземни води, оформящи блата и мочурища. Подземни водоносни хоризонти в участък 5⁶⁰⁰ km не са установени. Вероятно такива изливат водите си в средните и долни части на свлачищния циркус (Фиг. 1.). Доказателство за наличие на подземни водоносни хоризонти са често срещаните мочурища с блатна растителност: на около 190 m и 400 m от главното било в северния участък на свлачищния циркус – от кога 484 до 533,5 m надм. в.

В геоморфоложките и сондажни изработки са установени водните трасета на инфиртриращите се валежните води. Пряко доказателство за това са многобройните налепи и лещи от карбонат над главната и сателитните хлъзгателни плоскости. Такива налепи се наблюдават повсеместно в прокараните канави над сателитната хлъзгателна плоскост. Дебелината на тази зона е до 0,3–0,4 m.

Тук е мястото да се отбележи и антропогенното въздействие в района – терасиране на склоновете и оформянето на площадки с лек обратен наклон, който способства задържането на валежните води. Тяхната инфилтрация стимулира проявата на свлачищни явления и процеси, тъй като главната посока на водния отток е насочена центриклинално към вътрешността на циркуса. От наличието на налепи от карбонати и железни хидроокиси е видно, че режимът на повърхностния и подземния отток се характеризира с резки колебания свързани със съвременните хидроклиматични условия. Водоносните хоризонти са дълбоко разположени, което обуславя и формирането на огромния свлачищен циркус, който динамично се разширява в периферията и атакува главния вододел на рида и потенциално застрашава оголването на тръбата на „Транзитния газопровод Русия – Гърция”.

Трасето на газопровода е прокарано в граничната стикова зона между Бобовдолския палеогенски грабен и Джерманската грабеновидна структура с неогенска възраст. Регионът на трасето попада в обхвата на високогенериращата и високосеизмична Южнобългарска геодинамична зона – IX степен по скалата на Медведев – Шпонхоер – Карник. Уязвимостта на трасето на газопровода „Русия – Гърция” от опасните ендеогенни процеси, каквито са катастрофалните земетресения, е значителна. Тяхната изява се свързва с близостта на трасето до високосеизмични морфоструктури с коефициент на сеизмичност $K=0,20$ или предаващ ускорение на частиците над 200 mm/s. Обектът е построен значително след сеизмичното райониране и вероятно е съобразен с нормативни документи за проектиране на сгради и съоръжения във високосеизмични

региони. Известно е обаче, че при катастрофални земетресения степента на опасност се повишава, а оценката на мултириска се затруднява. Ето защо проблемът с превантивните мерки във високосейсмичните региони, както и случаят с трасето на газопровода, е сложен и изисква извършване на мониторингови наблюдения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От проведените комплексни проучвания и анализирането на получената интердисциплинарна информация е оценено мястото и ролята на природните условия и фактори, в т.ч. и антропогенния фактор за активизирането на опасните геодинамични свлачищни процеси в обхвата на Балановския рид и конкретно в двата локални участъка (5⁶⁰⁰ и 7²⁰⁰ km) на „Транзитния газопровод Русия – Гърция”.

Активизираните съвременни свлачищни явления и процеси са елементи от древните циркусоподобни свлачищни комплекси. Те са развити изцяло в седиментите на долната пъстра подвъглищна задруга с дебелината 250 m и средно-късно олигоценска възраст. Представена е от глинесто-теригенни скали. Диагностицират се няколко хоризонта от сиво-зеленикави глинести седименти с дебелина над 10 – 15 m. Те формират водоупорни хоризонти и техните горнища се явяват хлъзгателни повърхнини за свлачищните процеси. Пряко доказателство за това са дисхармонични гънки или гънки на влачене с вергентност по посока на хлъзгането. Дълбочината на първата главна хлъзгателна плоскост и на двата участъка е от 2–3 до 12–15 m. На участък 7²⁰⁰ km са установени два водоносни хоризонта, единия на около 5 m, а другия на 12 – 13 m в дълбочина. Разкрити са и сателитни хлъзгателни повърхности между глинестите и теригенните скали. Те са плоскостите на дрениране на повърхностните валежни води, като по тях се наблюдават многобройни карбонатни и железно-хидроокисни налепи.

Във връзка с взимането на правилно и категорично становище от възложителя относно укрепване или локално изместване на трасето на газопровода е извършено площно и в дълбочина оконтуряване на свлачищните циркуси (корита); антропогенния натиск и динамично въздействие върху свлачищните явления и процеси. На тази основа е оценен мултириска в обсега опасните участъци, пряко застрашаващи сигурността на газопровода.

В заключение ние предлагаме на основата на интердисциплинарния подход и в съответствие с разработващите се в момента нови основни нормативни документи БДС/ННВСС да продължи практически геодинамичният мониторинг на трасето на транзитния газопровод както е при големите и опасни промишлени обекти. Целта на инструментизирането и геодинамичния мониторинг е: получаване на обективна информация за сейсмичното въздействие на свободно поле; сейсмично въздействие на фундаменти; реагирането на кон-

струкцията на сеизмичното въздействие с параметрите над определената гранична стойност; верификация на работните хипотези при оценка на сеизмичния и гравитационен риск и усъвършенстване на механо-математичното моделиране; контрол на динамичните параметри на конструкциите; икономическа и социална оценка на реалния гравитационен и сеизмичен риск; разработване на превантивни мерки и практики за намаляване на гравитационната и сеизмична уязвимост.

Съвременните предизвикателства и наличните системи за геодинамичен мониторинг и изграждането на бъдещи такива трябва да се основава на научно-обоснован и интегриран комплексен подход при проектиране, изграждане, обслужване, обработка и интерпретация на геореферирани данни за оценката на мултириска и устройство, управление и устойчиво развитие на територията.

ЛИТЕРАТУРА

Алексиев, Г., Цв. Георгиев, 2002. Кватернерни и съвременни геодинамични деформации на територията на България. Сп. Проблеми на географията, кн. 1-2, София, 2002.

Алексиев, Г., 2009. Морфотектоника на Балканския полуостров, Автореферат на дисерт. докт. геогр. науки, София, 2009.

Загорчев, Ив., Н. Попов, М. Русева., 1989. Стратиграфия палеогена в части Юго-Западной Болгарии. Geol. Bal., 19, 6, 1989.

Загорчев, Ив., Р. Маринова, Д. Чунев, Сл. Янев, Пл. Сапунов, Пл. Чумаченко., 1994. Обяснителна записка към геоложка карта на България в М 1:100000. Картен лист Перник. София, 1994.

Маринова, Р., 1993. Обяснителна записка към геоложката карта на България в М 1:100000. Картен лист Благоевград, София, 1993.

Alexiev, G., 2001. Adverse and hazardous geomorphological processes on the territory of Bulgaria. Problems of geography, 1-2, Sofia, 2001.

Rangelov, B., Aleksiev, G., Gospodinov D., Sheer, S., 2009. Natural Hazards and Preventive Measures in Bulgaria., Intl. Conf. SUB, V. Tarnovo, 2009.

ФОНДОВИ МАТЕРИАЛИ

Банков, Г. и др. 1989. Обяснителна записка за инженерно-геоложко проучване на обект: „Транзитен газопровод Русия – Гърция”, 1989.

Ковачки, Ив., В. Ковачка, Х. Цанков, Г. Дачев, Г. Алексиев. 2007. Инженерно-геоложки доклад и идейни решения за укрепване на транзитен газопровод за Гърция в района на свлачища при км. 5⁶⁰⁰ и км. 7²⁰⁰ в землището на с. Баланово, община Дупница, София, 2007.