

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
РУДАРСКО – ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ
Департман за геотехнику



ЗАВРШНИ РАД

Мастер академске студије

ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ИЗГРАДЊЕ ХОТЕЛА „ХИЛТОН“ У БЕОГРАДУ

Кандидат:

Александра Комад Вучковић

Г618/23

Ментор:

ван. проф. Др Душан Берисављевић

БЕОГРАД, ДЕЦЕМБАР 2024.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
РУДАРСКО – ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ
Депарتمان за геотехнику

Комисија:

1. Ван. проф. Др Душан Берисављевић, ментор

Рударско – геолошки факултет, Београд

2. Проф. Др Гордана Хаџи – Никовић, члан

Рударско – геолошки факултет, Београд

3. Ван. Проф. Др Зоран Берисављевић, члан

Рударско – геолошки факултет, Београд

Датум одбране:

ТЕКСТУАЛНА ДОКУМЕНТАЦИЈА

РЕЗИМЕ

Завршни рад анализира геотехничке услове изградње хотела „Хилтон“ у Београду у урбаној средини где је ограничен простор и представља значајан изазов приликом пројектовања и изградње објеката са више подземних етажа. Истраживање је обухватило анализу постојеће документације и спровођење нових теренских и лабораторијских испитивања. Посебна пажња посвећена је карактеристикама тла и стена на локацији, укључујући њихову литологију, гранулометријски састав, физико-механичка својства и хидрогеолошке параметре.

Анализа хидрогеолошких услова укључивала је тестирање пиезометра и оцену параметара као што су пропустљивост и ниво подземне воде, узимајући у обзир и динамику водног режима.

На основу свих добијених резултата, урађен је геотехнички модел терена. У раду су представљени геотехнички аспекти, укључујући геолошку грађу, хетерогеност тла, физико-механичке карактеристике, утицај подземних вода, интеракцију са суседним објектима, те услове заштите и одводњавања. Урађена је анализа стабилности дијафрагме, која је предвиђена као мера за обезбеђивање дубоког ископа као и прорачун темеља и слегање по Еурокоду.

Детаљна анализа свих релевантних фактора је кључна за успешну и безбедну изградњу, спречавање потенцијалних проблема и осигурање дугорочне стабилности објекта. Посебно се истиче улога интегрисаног приступа у пројектовању, који подразумева координацију између инжењера геотехнике, архитеката и других стручњака. И на крају, рад наглашава потребу за континуираним мониторингом током и након изградње, како би се осигурала оптимална перформанса конструкције и заштита суседних објеката.

Кључне речи: 1. геотехнички услови 2. Истражни радови 3. Темељна јама 4. Дијафрагма

САДРЖАЈ

1. УВОД.....	3
2. ОПШТЕ	4
3. ПРЕДМЕТ ЗАВРШНОГ РАДА.....	5
4. ВРСТЕ И ОБИМ ИЗВЕДЕНИХ ИСТРАЖИВАЊА	6
4.1 Истраживања из архивске документације.....	6
4.2 Истраживања изведена по Пројектном задатку.....	7
4.3 Технички подаци о истражним радовима	8
5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА.....	12
5.1 Кратка историја терена	12
5.2 Морфолошке одлике терена	13
5.3 Структурне и физичко – механичке одлике тла и стена.....	13
5.4 Хидрогеолошке одлике терена.....	24
5.4.1 Тестирање /црпљење/ истражних бушотина у I фази	25
5.4.2 Опити црпљења бунара у II фази	27
5.4.3 Хемијске анализе узорка воде	37
5.4.4 Радни услови	38
5.5. Сеизмичност терена	39
5.5.1 Технички опис.....	39
5.5.2 Сеизмолошке одлике Србије	40
5.5.3 Сеизмичка историја терена.....	41
5.5.4 Сеизмотектонске карактеристике региона.....	42
5.5.5 Сеизмичност локације.....	42
6. ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ИЗГРАДЊЕ ХОТЕЛА „ХИЛТОН“	43
6.1 Најважнији геотехнички аспекти.....	43
6.1.1 Геолошка грађа и историја стварања терена	44
6.1.2 Хетерогеност тла у геолошком профилу.....	45
6.1.3 Физичко – механичке карактеристике тла у профилу	45
6.1.4 Промене температуре и влажности тла у ископу.....	47
6.1.5 Савремени геолошки процеси	48
6.1.6 Отпорност тла (стене) у односу на технологију ископа	49
6.1.7 Стање подземних вода и услови црпљења или понирања вода.....	49
6.1.8 Промене порног притиска при црпљењу воде.....	49
6.1.9 Потенцијали интеракције са суседним објектима.....	49
6.1.10 Услови заштите темеља суседних објеката	50
6.1.11 Услови заштите ископа.....	51
6.1.12 Анализа стабилности дијафрагме	52
7. ГЕОТЕХНИЧКИ МОДЕЛ ТЕРЕНА	52
7.1 Основне техничке карактеристике објекта	53
7.2 Прорачун граничне носивости и слегања тла.....	53
7.3 Прорачун бочних притисака тла на конзолну дијафрагму.....	55
8. ЗАКЉУЧАК	56
ЛИТЕРАТУРА:	57

ГРАФИЧКИ ПРИЛОЗИ:

1. Ситуација са положајем истражних радова Р 1: 250

2. Инжењерскогеолошки пресеци терена

2.1 Инжењерскогеолошки пресек терена А-А` Р 1: 200

2.2 Инжењерскогеолошки пресек терена Б-Б` Р 1: 200

3. Геотехнички пресеци

3.1 Геотехнички пресек 1-1` Р 1: 200

3.2 Геотехнички пресек 2-2` Р 1: 200

4. Легенда картираних јединица

5. Истражне бушотине

5.1 Истражна бушотина КМ-1 Р 1: 100

5.2 Истражна бушотина КМ-2 Р 1: 100

5.3 Истражна бушотина КМ-3 Р 1: 100

5.4 Истражна бушотина КМ-4 Р 1: 100

5.5 Истражна бушотина КМ-5 Р 1: 100

5.6 Истражна бушотина КМ-6 Р 1: 100

5.7 Истражна бушотина КМ-7 Р 1: 100

5.8 Истражна бушотина КМ-8 Р 1: 100

5.9 Истражна бушотина КМ-9 Р 1: 100

6. Пиезометри

6.1 Геотехнички профил пиезометра КМ-1 Р 1: 100

6.2 Геотехнички профил пиезометра КМ-2 Р 1: 100

6.3 Геотехнички профил пиезометра ИоП-1 Р 1: 100

6.4 Геотехнички профил пиезометра ИоП-2 Р 1: 100

6.5 Геотехнички профил пиезометра П-1 Р 1: 100

6.6 Геотехнички профил пиезометра П-2 Р 1: 100

1. УВОД

Научно – наставно веће департмана за геотехнику Рударско – геолошког факултета Универзитета у Београду, на предлог доцента др Душана Берисављевића, одобрило је израду Завршног рада Мастер академских студија на тему „Геотехнички услови изградње хотела „Хилтон“ у Београду“.

Током израде Мастер рада коришћени су резултати геотехничких истраживања које је урадило предузеће „Панедифик Инжењеринг доо“ из Земуна за потребе израде геотехничког елабората за пословни објекат – хотел „Хилтон“.

Због недостатка простора и цене грађевинског земљишта у великим урбаним срединама, извођење дубоких ископа је постало неизбежно. С обзиром да ови грађевински радови спадају у категорију најтежих, они представљају опасност за објекте у њиховом окружењу, а нису ретки случајеви рушења дубоких темељних ископа са великом материјалном штетом. Зато, геотехнички услови имају једну од најзначајнијих улога, а информације за постојеће геотехничке податке могу бити од велике користи.

У овом раду описане су карактеристике тла и стена, подземних вода, сеизмички утицаји на самој локацији као и геотехнички услови фундаирања објекта.

За одбрану Завршног рада одређена је трочлана комисија у саставу доц. Др Душан Берисављевић, проф. Др Гордана Хаџи – Никовић и доц. Др Зоран Берисављевић.

Желим да изразим своју искрену захвалност ментору Доц. Др Душану Берисављевићу као и осталим члановима комисије за непогрешиву подршку и помоћ током израде мог Мастер рада. Ваша стручност, стрпљење и конструктивни савети су значајно допринели да истражим своју тему на дубљи начин. Без ваше помоћи не бих могла да постигнем овај важан корак у мом образовању. Хвала на сваком трену проведену у разговору и дељењу знања.

2. ОПШТЕ

Локација хотела „Хилтон“ налази се на углу две велике градске саобраћајнице у Београду: Краља Милана и Краља Милутина. Габарит објекта је трапезоидни, димензија око 87.6 x 71.0 m.



Фото 1: Локација хотела „Хилтон“ - Геосрбија

Пројекат и намена објекта више пута је мењан: Прво је планирана стамбена зграда са четири подземне етажe, а затим је нови инвеститор планирао хотел „Хилтон“ у једном периоду са три подземне етажe, а коначно са спратношћу 4По + Пр + 7 + техничка етажe и ресторан. Хотел тангира саобраћајнице са две стране, а са друге две, вишеспратне стамбене објекте предратне градње са подрумским етажeма.

Грађевинско – архитектонско решење објекта хотела, произашло је из брeнда хотела и потреба и услова паркирања возила, условило је израду дубоких етажe чије су најниже коте пода – 12.50 m (104.60 m нв). С обзиром на коте терена

од 116.0 – 120.0 m нв, дубина ископа у коначном изгледу износи око 15 m. Објекат је фундиран на темељној плочи дебљине 0.70 m.

После више различитих анализа пројекта заштите ископа, изабрана је метода заштите дијафрагмама која представља вишефазну израду заштитних конструкција, заштита од воде у смислу дренарања и одводњавања, евентуално понирања, као и санација темеља суседних објеката и улица. С обзиром на чињеницу да је ископ за објекат хотела „Хилтон“ скоро најдубљи у историји градње објеката у старом градском језгру Београда, при изради овог рада нарочито је обрађен постојећи архивски фонд истраживања, како би се што детаљније дефинисали сви аспекти терена, од геолошких, хидрогеолошких и разноврсних геотехничких, па до детаљних сеизмичких, колико се подацима располагало. Ти подаци потичу делимично из старијих истраживања `80. година 20. века, изведених претежно за планску документацију, а нарочито из наменских истраживања за прве варијанте објекта на истој локацији.

3. ПРЕДМЕТ ЗАВРШНОГ РАДА

Чињеница је да услове сваког ископа одређује стање тла у коме се ископ изводи, а стање тла читају параметри утврђени на основу свих података истраживања. На локацији хотела „Хилтон“ подаци су прикупљени у значајном обиму, а већина потиче из периода 2007 – 2008. године, када је планирана стамбена зграда сличних габарита, спратности и дубине ископа.

Не рачунајући могућности расипања у тлу који потичу из различитих лабораторија или теренских метода испитивања, као и података изведених посредно, прорачунски, табеларно или из разних стандардних дијаграма, за израду дубоког ископа најважније је успоставити ред важности информација за пројектаната темељног објекта и пројектанта заштите ископа и суседних објеката.

Најважнији подаци који се презентују:

- Геолошка грађа и историја стварања терена, минерално – петрографски састав тла и потенцијали алтерације;
- Хетерогеност тла у геолошком профилу;
- Физичко – механичке карактеристике свих врста тла у профилу;
- Фактичке промене температуре и влажности тла у ископу;
- Отпорност тла (стене) у односу на технологију ископа;
- Стање подземних вода и услови црпљења или понирања вода;
- Промене порног притиска при црпљењу воде, због разлике у нивоу воде у ископу и ван њега;
- Потенцијали интеракције са суседним објектима;

- Услови конзервације суседних ојеката
- Анализа стабилности конзолне дијафрагме.

4. ВРСТЕ И ОБИМ ИЗВЕДЕНИХ ИСТРАЖИВАЊА

4.1 Истраживања из архивске документације

Истраживања из ранијег периода коришћења су из Геолошког архива (катастра) у Секретаријату за урбанизам Скупштине града Београда. Сви елаборати обухватају локације и истражне радове у најближем суседству, на терену који је геолошки потпуно идентичан:

1. “Геомеханичка испитивања за изградњу новог објекта у ул. Краља Милутина бр. 73 у Београду”, Институт за испитивање материјала Републике Србије, 1969. године;

2. “Геомеханички извештај за хотел “Сложна браћа” на углу Светозара Марковића и Његошеве улице”, “Косовопроект”, 1963.

3. “Елаборат о геотехничким истраживањима терена, деоница метро линије М1 и М2 - стари Београд”, “Гео завод”, 1980. године;

4. “Геолошко-геотехничке подлоге за Регулациони план између улица Краља Милутина, Светозара Марковића, Немањине и Трга Славија”, “Гео завод”, 2003;

5. “Геотехничка документација за Урбанистички пројект стамбено-пословног објекта између улица Краља Милутина, Краља Милана, Његошеве и Светозара Марковића”, “Косовопроект-Геотехника”, 2006;

6. “Сеизмичка микрорејонизација за зграду Народне банке Југославије у Немањиној улици бр. 17 у Београду,” Геофизички институт, 1986-1987. (Елаборат је саставни део геотехничког елабората за изградњу зграде Народне банке).

Документација истраживања на локацији је различитог ранга. Елаборат под бројем 1 не постоји као комплетна документација, већ као скраћени извештај текстуалног типа, из кога су коришћени само геолошки описи терена.

Истраживања из осталих елабората потичу из блиског периода, са детаљно картираним и класификованим седиментима и коректно мереном појавом подземних вода у бушотинама. У овим елаборатима обрађени су геомеханички лабораторијски опити који дефинишу деформабилна и класификациона својства локалног тла.

Најобимнија истраживања и геомеханичка испитивања тла изведена су за елаборат бр. 2, где је у тадашњој лабораторији “Косовопроекта” изведено више десетина опита идентификације, деформабилности и чврстоће тла.

4.2 Истраживања изведена по Пројектном задатку

Нова истраживања су конципирана тако да сваки од пројектованих грађевинских радова има подлогу у релевантним подацима о тлу. Обим истраживања ограничен је инвестиционим лимитом, тако да су истраживачки подаци по обиму, у односу на величину грађевинског захвата, само маркирали физичко – механичке карактеристике кварталног кохерентног тла, преконсолидованих кртих панонских и сарматских глина и лапора.

Сарматски кречњачки масив није испитиван лабораторијски, већ су коришћени подаци из архивских елабората. Осим тога, утврђени су хидродинамички параметри локалне горње издани подземних вода за период осматрања.

Истраживања за предметни објекат су изведена у три фазе и то:

1. У првој фази:

- Две истражне бушотине са једним пиезометром на основу чијег тестирања су добијени и први подаци о стању подземних вода;
- Опити класификације и идентификације на 12 узорака који су послужили за оцену филтрационих својстава тла;

2. У другој фази:

- Девет истражних бушотина дубине 20.0 m, па је укупни обим бушења 180.0 m
- Четири пиезометарске станице ради процене обима заштите ископа од вода;
- Геомеханичке анализе чврстоће и деформабилности тла на још 13 нових узорака којима су обухваћене све литолошке јединице и сви висински нивои на профилу ископа;

3. У трећој фази:

- Десет истражних бушотина по ободу парцеле, да би се утврдила кота чврсте стенске масе.

4.3 Технички подаци о истражним радовима

ПРВА ФАЗА ИСТРАЖИВАЊА, обухватила је само делимична истраживања, због заузећа простора постојећим објектима. Истраживање је изведено током рушења једног од објеката у комплексу, и то у следећем обиму:

1. Истражно бушење изведено је на два истражна места, на расположивом простору у дворишту, у укупној метражи од око 40.0 m (табела 1). Бушење је изведено бушаћом ротационом гарнитуром ГДР-300, без воде до 6.0 m дубине; са водом је бушено до појаве панонских преконсолидованих лапора, а у остатку са исплаком од цементног млека. Пречник бушења је $\varnothing=146.0$ mm. Избушено језгро је картирано, а идентификација тла изведена је према стандардним класификацијама у складу са легендом КГК 1:10 000, уважавајћи хроностратиграфске принципе картирања тла.

Положај бушотина приказан је на ситуацији терена (прилог бр. 1), а структурни и геолошко-геомеханички профили бушотина на записницима (прилози бр. 5), и пресецима терена (прилози бр. 2); напомиње се да су обе бушотине изведене као структурно-геомеханичке, а једна је истовремено пиезометарска;

Табела 1 – Подаци бушотина из прве фазе истраживања

Ознака радова	Координате		Кота терена	Дубина бушотине (m)	Пречник бушења (mm)	Ниво воде Почет/заврш	Врста бушотине
	X	Y					
КМ-1	4.962.350.00	7458.200.00	119.60	19.50	146.00	5.60/8.00	Струк/геом
КМ-2	4.962.322.00	7.458.199.00	118.00	20.40	146.00	4.60/6.50	Струк/геом/пиез

2. Израда пиезометарске конструкције извршена је у бушотини КМ-2 (По) и то од пластичних ПВЦ цеви, дубине 19.6 m; на прилозима бр. 6, приказани су пресеци пиезометарских конструкција са свим техничким нивоима; на пиезометру су током првог месеца након изградње извршена четири месечна осматрања нивоа вода; осматрање је настављено мерењем нивоа два пута месечно; подаци и динамичке анализе вода дате су у поглављу 5.4;

Табела 2 – Подаци пиезометара из прве фазе истраживања

Ознака	Координате		Кота терена/кота цеви	Дубина бушотине/конструкц. (m)	Пречник бушења/зацевљења (mm)	Врста уграђених цеви	Врста објекта
	X	Y					
Po/ KM-2	4.962.322.00	7.458.199.00	118.00/ 118.00	20.40/19.6	146.00/50.8	ПВЦ	Пиезомет.

3. Опити класификације и идентификације урађени су за процене филтрационих својстава и физичке класификације тла; опити су изведени на по шест узорака тла из сваке бушотине; подаци су приказани на збирној табели и дијаграмима који се налазе иза текста.

ДРУГА ФАЗА ИСТРАЖИВАЊА, за израду Главног пројекта објекта, обухватила је израду осталих пројектованих и допунских истраживања. Положај истражних радова није на пројектованим местима, претежно дуж осе дијафрагме, како је планирано, већ унутар постојећих објеката од којих су у тренутку истраживања, уклоњени само објекти дуж горње трасе дијафрагме. Из тог разлога, истражни радови су међусобно јако блиски, мада су постављени уз крајње расположиве ивице:

1. Истражно бушење изведено је на још седам истражних места, на слободном простору у дворишту, у укупној дужини од око 140.0 m (табела 3); положај бушотина приказан је на ситуацији терена (прилог бр. 1), а структурни и геолошко-геомеханички профили бушотина на записницима (прилози бр. 5), и пресецима терена (прилози бр. 2);

Табела 3: Подаци бушотина из друге фазе истраживања

Ознака радова	Координате		Кота терена	Дубина бушотине (m)	Пречник бушења (mm)	Ниво воде почет/заврш.	Врста бушотине
	X	Y					
KM-3	4.962.370.00	7458.212.40	118.94	15.50	146.00	8.18/	Струк/геом /пиез
KM-4	4.962.384.70	7.458.196.14	118.88	19.00	146.00	8.2/6.69	Струк/геом /пиез
KM-5	4.962.374.71	7.458.187.23	119.06	19.50	146.00	8.2/8.17	Струк/геом /пиез
KM-6	4.962.353.64	7.458.226.90	120.64	16.50	146.00	8.6/8.9/9.0	Струк/геом /пиез
KM-7	4.962.363.70	7.458.187.10	118.77	18.80	146.00	8.2/	Структ/ геомех

КМ-8	4.962.347.60	7.458.196.10	119.49	19.20	146.00	8.8/	Структ/ геомех
КМ-9	4.962.343.40	7.458.213.50	118.63	17.00	146.00	7.65/8.0	Структ/ геомех

2. Пиезометарске конструкције уграђене су у четири бушотине и то као бунарске у КМ-4 и КМ-5, од челичних цеви са зацевљењем $f=114.0$ mm, а у бушотинама КМ-3 и КМ-6 од пластичних ПВЦ цеви са зацевљењем пречника 50.8 mm. Пресеци свих пиезометара са свим техничким нивоима приказани су у прилогу бр. 6. Пиезометри су након уграђивања тестирани црпљењем и мерењем количина исцрпљење воде, као и осматрањем дотицаја у периоду до устаљења нивоа воде. Током првог месеца након уградње извршена су четири месечна осматрања нивоа вода; осматрање је настављено мерењем нивоа два пута месечно. Подаци црпљења и осматрања, као и динамичке анализе вода дати су у поглављу бр. 5.4.

Табела 4 – Подаци пиезометара из друге фазе истраживања

Ознака	Координате		Кота тер./цеви	Дубина бушења/кон стр. (m)	Пречник бушења/ зацевљења (mm)	Врста уграђе них цеви	Врста објекта
	X	Y					
IoP-1/ Км-4	4962384. 7	7458196. 1	118.88/119.3	19 / 17	180 / 160/114	челичне	Истраж ни бунар
IoP-2/ Км-5	4962374. 7	7458187. 2	119.08/119.3	19.5 / 18	180 / 160/114		
P-1/ Км-6	4962353. 6	7458226. 9	120.64/120.6	/ 12.5	101 / 50.8	ПВЦ	пиезом стар
P-2/ Км-3	4962370. 0	7458212. 4	118.94/118.9	15.5 / 13.5	101 / 50.8		

3. Лабораторијске геомеханичке анализе тла изведене су на 25 непоремећених узорака тла и то методама физичке идентификације и класификације тла, чврстоће и деформабилности тла. Испитивања су изведена на по два узорка са сваке бушотине. Одабир узорака извршен је тако да је обухваћена свака издвојена литолошка јединица на истраживаном простору, у обиму који је дозвољавао расположиви фонд испитивања. Резултати испитивања приказани су на збирној табели, појединачним табелама за разне литолошке нивое и оригиналним дијаграмима (прилог иза текста). Осим тога, у тексту извештаја дате су и табеле процењених референтних параметара тла који треба да послуже за прорачунску носивост темељног тла и анализа стабилности конзолне дијафрагме, потпорне конструкције и напрезања тла под објектом.

Табела 5 – Обим лабораторијских геомеханичких анализа тла

Средина 2	Бр. Узор.	Прир. влажн.	Границе констит.	Зредине тежине		Гранул. састав	Коеф. филтр	Сек. састојци	Класиф	Чврст. смиц.	Ms	Укуп.
Q ₂ l	3	2+1	2+1	2+1	2+1	2+1	2+	1	2+1	-	-	21
Q ₂ l*	4	3+1	3+1	3+1	3+1	3	3	3	3+1	1	1	31
Q ₂ dl	5	2+3	2+3	2+3	2+3	2+3	2+3	2+3	2+3	3	3	46
Q ₁ dpr	5	2+3	2+3	2+3	2+3	2+3	2+3	2+3	2+3	3	3	46
M ₃ ² gl	3	1+2	1+2	1+2	1+2	1+2	1+2	1+2	1+2	2	2	28
M ₃ ¹ L	5	2+3	2+3	2+3	2+3	2+3	2+3	2+3	2+3	3	3	46
S	25	25	25	25	25	24	23	22	25	12	12	218

ТРЕЋА ФАЗА ИСТРАЖИВАЊА је рађена у јуну и јулу 2016. године за време изградње самог објекта ради утврђивања коте појављивања чврсте стенске масе. Већина бушења су рађена на самом ободу парцеле, урађено је 10 истражних бушотина укупне дубине 197.0 м.

Табела 6: Подаци бушотина из треће фазе истраживања

Ознака радова	Кота терена	Дубина бушотине (m)	Пречник бушења (mm)	Врста бушотине
Б - 1	119.64	18.00	146.00	Струк/ геомех
Б - 2	119.80	17.00	146.00	Струк/ геомех
Б - 3	119.55	18.00	146.00	Струк/ геомех
Б - 4	120.05	20.00	146.00	Струк/ геомех
Б - 5	119.95	18.00	146.00	Структ/ геомех
Б - 6	119.45	20.00	146.00	Структ/ геомех
Б - 7	118.00	19.00	146.00	Структ/ геомех
Б - 8	115.50	20.00	146.00	Струк/ геомех
Б - 9	116.40	25.00	146.00	Струк/ геомех
Б - 10	116.18	22.00	146.00	Струк/ геомех

5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Подручје на коме се налази објект, припада падинском делу Славије. Изграђено је од неколико врста тла квартарног порекла до дубине од 12.0-18.0 m, чија дебљина сукцесивно расте према ул. Краља Милана, затим од преконсолидованих лапоровитих глина панонске и сарматске старости, чија повлатна зона прати палеорељеф кречњачког масива и чији је литолошки, физички и структурни прелаз нејасан; њихова укупна дебљина је невелика – око 4.0-5.0 m. Најзад, истражену основу терена представља сарматски кречњачки масив утврђене дебљине до 20.0 m који лежи на кречњачкој основи кредне старости, потпуно другачијег састава.

5.1 Кратка историја терена

Овај терен је млађе геолошке старости – период Миоцена, као и сво београдско побрђе, шумадијски басен и посавско приобаље. Настао је у периоду након Алпске орогенезе и издизања дна праокеана Паратетис, када је настала нова прерасподела океанских басена. Бивши реликт океана који је захватао данашњу Панонску низију и ободу до старих масива Карпата и Родопа испражњен је, а на површини су, крајем Миоцена, остали млади марински седименти који изграђују данашња побрђа Шумадије и посавског басена. Ти седименти су нарочито развијени у тзв. Београдском басену, где се јављају у свим старосним катовима доњег Миоцена, од Аквитана, Бурдигала и Хелвета. Одликује их ограничено распрострањење и атипична литолошка грађа, у којој се појављују вулкански прашинасти еруптиви. Млађи нивои, до Тортона и Сармата који временски захватају средњи Миоцен, а који су типска развића преконсолидованих глина које се у светској геолошкој номенклатури називају “Вишњичке глине”; најмлађи, горњи Миоцен - катови Панона и ређе Понта, изграђују такође преконсолидоване глине (лапори). У Понту, периоду сасвим плитког мора са процесима ојезеравања, појављују се моћне наслаге угљених басена лигнита у Србији и северној Босни, као и наслаге соли у Тузланском басену.

На подручју Славије, развијени су управо лапоровито-глиновити преконсолидовани седименти Панона и Сармата са спрудним кречњацима у бази, где је геолошка основа кредни кречњачки масив. Ове миоценске наслаге, створене су седиментацијом у плитководним, али топловодним маринским условима, у топлој клими, са високом инсолацијом и високим салинитетом морске воде. Басен је кроз време плићао и сушио се, да би у копненој фази добио покров старије квартарне седиментације - наслага насталих моћним седиментационим и ерозионо-акумулативним процесима у новонасталим условима постмаринске, језерско-слатководне седиментације, где је принос материјала био огроман, падавине обилне, а клима веома хладна. Језерски и језерско-барски седиментациони и копнени ерозионо-акумулативни талози, каснијом ерозијом су

мењали своје облике, одношени су, размештани и поново седиментовани, мењајући своја структурно-текстурна и петрографска својства, па тако многа квартарна тла имају минерални састав типичан за маринске или вулканске стене.

Након ових раноквартарних фаза, настала је периода леденог доба у коме је на овим просторима депонован еолски материјал, током доњег Кваратара - Плеистоцена и делимично горњег Кваратара - Холоцена. То су бочни, односно, периферни реликти лесне седиментације која је типична за целу северну и источну Европу, нарочито за Руску таблу и средњу Азију. Настали су таложењем моренских прашина ношених снажним ветровима са севера, покривши старије квартарне наслаге. Лесне наслаге су значајне дебљине у панонској низији, као и на платоима побрђа. У зонама падина дебљина леса је много мања, а често се уместо леса срећу његови измењени варијетети, таложени у плитким водама, покретани денудацијом или кретани клизањем и мешањем са доњим тлом које је на овом простору присутно са неколико типова.

Након лесне седиментације, која је геолошко-историјски гледано релативно млада, није било других врста талога, а неке теорије говоре да је ерозија у последњој геолошкој епохи снизила висине терена за око 20.0 m.

5.2 Морфолошке одлике терена

Подручје Слатије било је у геолошкој прошлости траса водотока који је дотицао из ул. Мекензијева, у који су се уливали његови бочни правци. Готово све бочне улице које гравитирају Слатији, биле су мањи, највероватније бујични водотоци који су током историје урбанизације нивелисани или зацељени. У ножици падине испод булевар Краља Александра, усечена је данашња улица Краља Милана, као и све друге трансверзалне улице, те се она данас чини као плато, због своје ширине, док је ул. Немањина трасирана по правцу водотока. Прави плато и вододелница био је булевар Краља Александра, одн, за време Турске, Цариградски друм.

Данашње коте терена на ширем простору Слатије, представљају коте вишестепне историјске нивелације које на локацији објекта нису значајно снижене у односу на природне, с обзиром да прва урбанизација овог дела падине, није имала велике грађевинске захвате. Природни терен је био тек који метар виши, што се види у начину хоризонтирања лесних нивоа, чији је профил и број и врста хоризоната, готово идентичан удаљеним теренима, као што су падине према Црвеном Крсту, Душановцу и Коњарнику.

5.3 Структурне и физичко – механичке одлике тла и стена

Класификација седиментних група на терену извршена је према старосној припадности, генетском пореклу и литолошком саставу тла и стена.

У оквиру кварталних група тла издвојено је неколико литотипова типске седиментације карактеристичне за београдско побрђе који су сви одреда прашинастог састава, са присутним прашинастим песком, ретко са крупнијим фракцијама које су типичне само за пролувијално тло:

- седименти копненог порекла, лесне седиментације (Q_2l), заступљени су свуда у површинским зонама и њихова дебљина је до 5.0 m; сви су таложени изнад нивоа подземних вода;

- у бази лесног слоја издвојен је и један ниво који представља подтип леса, са карактеристичном високом садржином карбонатних зрна, назван “барски лес” (Q_2l^*), најчешће дебљине 1.0-1.5 m, али је његова дебљина на бушотина КМ-1 и КМ-2 картирана и до 5.0 m;

- делувијалне седиментације су идентификовани као делувијум лесног порекла (Q_2dl), мада постоји и класификација на две врсте – песковите прашине и прашинасто-песковите глине, чија се разлика у гранулометријском саставу може занемарити; сви су засићени подземним водама, а дебљина им је појединачно 1.5-3.5 m, али има нивоа дебљине и 4.0-5.0 m;

- пролувијалне седиментације (Q_1dpr) представљају базни део седиментације, плеистоценске старости, чија је дебљина 2.5-3.5 m, док је у бушотини КМ-8 дебљина овог тла око 6.0 m; пролувијално тло је главни колектор подземних вода горње издани на локацији; ова литолошка група често је на прелазу према доњим, лапоровитим глинама, или је са њима измешана, па у раздвајању могуће да има и грешака, с обзиром да је коришћена само макроскопска метода.

Миоценски седименти утврђени су свуда на локацији укупне дебљине до 5.0 m, а раздвојени су на глиновито-лапоровито тло панонске и сарматске старости, с тим што је и овде граница нејасна.

Површинска зона терена прекривена је хаотичним нивелационим насипима невелике дебљине.

Насип (н) је претежно од глиненог тла локалног порекла или грађевинског отпада, дебљине до 1.0 m. Према подацима бушења, садржи и ситне бетонске комаде, али и бетонске мање блокове. Насип је смеђе боје, збијен, неједнако консолидован, претежно средње деформабилан, изграђен од посних глина. У површинском нивоу хумизиран, порозан и водопропустљив; нема значај за изградњу објекта.

КВАРТАРНЕ КОПНЕНЕ НАСЛАГЕ

Падински лес (Q_2l) дебљине 4.0-5.0 m, настао је навејавањем моренске прашине у млађем периоду кварталне глацијације. Лесна прашина таложена је у копненој фази, у време када је реликт слатководног басена већ затрпан предходним фазама навејавања.

Падински лес је по саставу карбонатна прашина, жуто-смеђе боје, са преовлађујућом прашинастом фракцијом од 68.0-76.0 %, глинеом од 7.0-9.0 % и песковитом од 15.0-27.0 %. Глинене фракције су од минерала илита, прашинасте су од карбонатних минерала, а песковите од различитих минералних група, углавном карактеристичних за палеозојске стене. Поред основног састава тла, карактеристично је и присуство секундарних талоба попут карбонатног праха у облику жилица и очврслих зрна карбоната, са нарочито повећаном количином у базној зони леса која је издвојена као посебна средина.

Лесно тло одликује карактеристична масивна грудваста структура, без изражене текстуре; изглед леса је хомоген и уједначен литолошки, смеђе – жуте боје, са ретким остацима биљног детритуса. Преовлађујућа порозност леса је цеваста, са порама у облику уских вертикалних каналића, пречника 2-3 mm, и ретким макро-порама пречника до 0.5 mm; у вишим нивоима поре су потпуно или делимично запуњене глиненим талобом из повлате.

Лесно тло је везано карактеристичном карбонатном решетком, трошно и лако дробљиво; у вертикалном профилу збијеност тла расте са дубином; водопропустљивост овог тла је интензивна у вертикалном правцу, са приближним коефицијентом филтрације реда $K_f=10^{-5}-10^{-6}$ cm/s; у хоризонталном правцу коефицијент $K_f=10^{-6}-10^{-7}$ cm/s; средина је колектор-спроводник у коме се вода не задржава, осим у зонама са водонепропусном подлогом. Овај хоризонт је увек изнад нивоа подземних вода прве издани.

Сагласно висинском положају у терену, одн, положају у односу на ниво водозасићења, физичко-механичке карактеристике лесног тла се побољшавају са дубином. Из расположиве документације постојећих истраживања на локацији и око ње, и нових истраживања за објекат, утврђене су следеће вредности параметара лесног тла:

Природна влажност:	$W=20.0-23.1$ %
Граница течења:	$W_l=32.2-44.1$ %
Индекс пластичности:	$I_p=11.5-20.1$
Индекс конзистенције:	$I_c=0.85-1.11$
Запреминска тежина природно влажног тла:	$\gamma=18.0-18.6$ kN/m ³
Запреминска тежина просушеног тла на 105°C:	$\gamma_d=14.5-16.7$ kN/m ³
Угао унутрашењег трења методом директног смицања:	$\varphi=22-24^\circ$
Кохезија тла:	$c=15.0-22.0$ kN/m ²

Модул стишљивости у природном стању влажности:	$M_s(50-100)=3.500 \text{ kN/m}^2$
Модул стишљивости у стању константног водозасићења:	$M_s(50-100)=2.000 \text{ kN/m}^2$
Модул стишљивости у природном стању влажности:	$M_s(100-200)=4.600 \text{ kN/m}^2$
Модул стишљивости у стању константног водозасићења:	$M_s(100-200)=3.800 \text{ kN/m}^2$

Лес је у сувом стању добро збијен, средње чврстоће на притисак и смицање и средње стишљивости. У слободном ископу држи се под правим углом. У природно влажном стању тло је носиво до $150.0-170.0 \text{ kN/m}^2$; изнад ових напона, у тлу се реализују неповратне пластичне деформације.

Лес је високо деформабилан под утицајем воде. С обзиром да има карактеристичну структуру чији је носилац карбонатна решетка, карбонатне соли, растворљиве у води, прелазе у друго агрегатно стање, а лом тла је тренутан. Индекс тоњења, као параметар деформабилности у условима допунског влажења узорка, поуздан је знак преосетљивости тла не само на влажење, него и на притисак. Однос слегања тла у природно влажном (сувом) и накнадно провлаженом лесу, на овој локацији је приближно 1:2, а коефицијент тоњења лесног тла је до 0.015.

Ископи у лесу могу се формирати као вертикални или у нагибу 1:1 до 3.0 m дубине; заштита ископа до ове дубине није неопходна само код слободностојећих објеката; средина је погодна за ручни и машински рад, а према класификацији GN-200 припада I категорији.

Табела 7 – Референтне величине параметара за прорачуне у лесном тлу

ТЛО (Q ₂)	Индекс конс. I _c	Запр. тежин. Природно вл. γ (kN/m ³)	Угао унут. трења φ°	Кохезија c (kN/m ²)	Модул стишљивости M _s (kN/m ²)		Коеф. Филт. K _{f usbr} (cm/sec)
					100-200	200- 400	
<3.0 m	0.85-0.90	18.0-18.6	22-24	15-22	3.500-4.000		$2.0-2.4 \times 10^{-5.6}$
>3.0 m	1.0-1.1	19.0-20.0	24-26	24-26	4.600-5.000		2.0×10^{-5}

Барски лес (Q_{21}^*) дебљине 1.0-1.5.0 m, изузетно 5.0 m, представља базни ниво лесног хоризонта; претпоставка је да је таложен у фази топлих барских вода које су прекрили млађи лесни слојеви.

По саставу је идентичан лесу, тј, прашина карбонатног састава која у гранулометријском саставу учествује са 61.0-81.0 %, глина са 4.0-8.0 % и песак са 12.0-32.0 %. Глинене фракције су од минерала илита, прашинасте су од карбонатних минерала, а песковите од различитих минералних група. Поред основног састава тла, у великом проценту су издвојена карбонатна зрна и секундарно излучени прах.

Барски лес одликује карактеристична масивна структура, без изражене услојености; изглед је хомоген и неуједначен литолошки, смеђе боје. Преовлађујућа порозност барског леса је цеваста, пречника 2-5 mm, са ретким макро-порама пречника до 0.5 mm.

Водопропустљивост овог тла је са приближним коефицијентом филтрације реда $K_f=10^{-5}-10^{-6}$ cm/s; средина је колектор-спроводник у коме се вода не задржава, осим у зонама са водонепропусном подлогом. Овај хоризонт може бити у бази засићен водама прве издани.

Из расположиве документације постојећих истраживања на локацији и око ње, и нових истраживања за објект, утврђене су следеће вредности параметара овог тла:

Природна влажност:	$W=20.0-30.3 \%$
Граница течења:	$W_l=32.2-49.7 \%$
Индекс пластичности:	$I_p=19.8-26.2$
Индекс конзистенције:	$I_c=0.74-1.11$
Запреминска тежина природно влажног тла:	$\gamma=19.3-20.3 \text{ kN/m}^3$
Запреминска тежина просушеног тла на 105оЦ:	$\gamma_d=14.8-16.7 \text{ kN/m}^3$
Угао унутрашењег трења методом директног смицања:	$\varphi=16^\circ$
Кохезија тла:	$c=40.8 \text{ kN/m}^2$
Модул стишљивости у природном стању влажности:	$M_s(50-100)=4.000 \text{ kN/m}^2$
Модул стишљивости у стању константног водозасићења:	$M_s(50-100)=2.700 \text{ kN/m}^2$
Модул стишљивости у природном	

стању влажности: $M_s(100-200)=6.000 \text{ kN/m}^2$
 Модул стишљивости у стању
 константног водозасићења: $M_s(100-200)=4.200 \text{ kN/m}^2$

Табела 8 – Референтне величине параметара за ”барски лес”

ТЛО (Q_2I^*)	Индекс конс. I_c	Запр. тежин. Природно вл. γ (kN/m^3)	Угао унут. трења φ°	Кохезија c (kN/m^2)	Модул стишљивости M_s (kN/m^2)		Коеф. Филт. K_f usbr (cm/sec)
					100-200	200- 400	
	0.7 – 1.1	19.3 – 20.3	16	40.8	4.000-5.000	5.000-6.000	1.4×10^{-5} 3.6×10^{-6}

ДЕЛУВИЈАЛНЕ НАСЛАГЕ

Делувијалне прашинасте глине ($Q_2 \text{ dl}$) дебљине 1.5-3.5 m, локално и 4.0-5.0 m, свуда прате лесну седиментацију и по правилу се налазе у бази леса. Настале су претежно физичко-хемијским процесима преталожавања, ретко пузања. На локацији, најзначајнији утицај имале су изданске воде које су потпуно уништиле структуру карбонатне решетке због које је измењена природна структура тла, повећана збијеност на рачун порозности и повећани параметри чврстоће у односу на природно лесно тло.

Лесни делувијум је по саставу прашинаста глина, неуједначене жуто-смеђе боје, са следећим процентуалним односима заступљених фракција глине и прашине: глинена фракција заступљена је са 7.0-10.0 %; прашинаста фракција није преовлађујућа, већ фракција прашинастог песка која је реда 63.0-77.0 %, а у укупном проценту, песковита фракција износи од 13.0-30.0 %, што говори о значајној литолошкој хетерогености; идући наниже, повећава се глинена фракција у проценту и до 25.0 %. Минерални састав фракција је идентичан као и код леса. Поред основног састава, у овој средини су честа зрна карбонатног праха, величине до 1.0 cm.

Лесни делувијум нема сачувану лесну структуру и више делује као аморфна масивна и хомогена земљана маса, јако влажна и мека. Преовлађујућа порозност делувијума је ситно прслинска, са једва видљивим ситним цевастим порама које ни немају никакву водоспроводну функцију.

Лесни делувијум је меко до тврдо тло, средње збијено, нормално консолидовано, ниске до средње пластичности, високе влажности, јако гњечиво,

са меким, местимично и житким стањем конзистенције; тло је потпуно водозасићено, слабе водопропустљивости, са спорим кретањем вода у вертикалном и хоризонталном правцу. Приближни коефицијент водопропустљивости је реда $K_f=1.7-2.7 \times 10^{-6} \text{ cm/sec}$; средина је слаби колектор у коме је динамика вода неуједначена, због повећане садржине песковите фракције.

Из расположиве документације постојећих истраживања на локацији и околности, утврђене су следеће вредности параметара овог тла:

Природна влажност:	$W=22.1-24.2 \%$
Граница течења:	$W_l=37.8-63.2 \%$
Индекс пластичности:	$I_p=15.6-36.9$
Индекс конзистенције:	$I_c=0.947-1.166$
Запреминска тежина природно влажног тла:	$\gamma=19.7-20.4 \text{ kN/m}^3$
Запреминска тежина просушеног тла на 105оЦ:	$\gamma_d=16.0-16.7 \text{ kN/m}^3$
Угао унутрашењег трења методом директног смицања:	$\phi=18-20^\circ$
Кохезија тла:	$c=19.8-33.9 \text{ kN/m}^2$
Модул стишљивости у природном стању влажности:	$M_s(50-100)=7.155 \text{ kN/m}^2$ $M_s(100-200)=7.460 \text{ kN/m}^2$

Носивост овог тла је у широком распону и у горњим зонама задовољава напоне до 130.0 kN/m^2 ; на појединим нивоима, где су значајније заступљене средњезрне песковите фракције, напони у тлу могу се толерисати до $150.0 - 160.0 \text{ kN/m}^2$.

У ископу, делувијално тло је склоно испадању и одламању. Ископи се не могу формирати као вертикални нити под нагибима већим од 45° , узевши у обзир и горњи, лесни надслој; заштита ископа обавезна је; средина је погодна за ручни и машински рад, а према класификацији GN-200 припада I-II категорији.

Табела 9 – Референтне величине параметара за делувијалне прашинасте глине

ТЛО (Q_{2dl})	Индекс конс. I_c	Запр. тежин. Природно вл. γ (kN/m^3)	Угао унут. трења ϕ°	Кохезија c (kN/m^2)	Модул стишљивости M_s (kN/m^2)		Коеф. Филт. K_f usbr (cm/sec)
					100-200	200- 400	
	0.95–1.17	19.7 – 20.4	18-20	20.0 – 35.0	7.500-8.000		$1.1 \times 10^{-5} - 2.7 \times 10^{-6}$

ДЕЛУВИЈАЛНО-ПРОЛУВИЈАЛНЕ НАСЛАГЕ

Делувијално-пролувијалне песковите прашине (Q_{1dpr}) дебљине 2.5-3.5 m, представљају базне квартарне наслаге копненог типа. Настале су комплексним процесима мешања копнене и водене седиментације у приобаљу слатководног басена, на подлози од маринских глинених седимената панонске старости. Зато је гранулометријски састав пролувијума често сличан саставу панонских глина.

У складу са условима настанка, ове пековите прашине састављене су од преовлађујуће прашинасате фракције која је садржана до 63.0-85.0 %, глине 6.0-10.0 % и песка и ситног шљунка разног гранулата до 10.0-20.0 %. Пролувијална прашина је тамно-смеђе боје. Минерални састав глинених и прашинастих фракција је илитско-монморионитски и карбонатни.

Пролувијално тло је мрвичасто - грудвасте структуре, масивне, неуслојене текстуре.

Преовлађујућа порозност пролувијума је прслинско-пукотинска. Тло је добро збијено, средње пластичности, тврде до чврсте конзистенције, засићено водом, средње водопрпусно; коефицијент водопрпустљивости је реда $K_f=2.7 \times 10^{-6}$ cm/sec; средина је колектор вода ниског капацитета.

Из документације постојећих и нових истраивања, утврђене су следеће вредности параметара овог тла:

Природна влажност:	$W=21.8-23.4\%$
Граница течења:	$W_l=41.8-49.9\%$
Индекс пластичности:	$I_p=13.8-24.4$
Индекс конзистенције:	$I_c=0.92-1.12$
Запреминска тежина природно влажног тла:	$\gamma=19.8-20.6 \text{ kN/m}^3$
Запреминска тежина просушеног тла на 105оЦ:	$\gamma_d=15.0-16.90 \text{ kN/m}^3$
Угао унутрашењег трења методом директног смицања:	$\varphi=19-21^\circ$
Кохезија тла:	$c=24.5-40.0 \text{ kN/m}^2$
Модул стишљивости у природном стању влажности:	$M_s(50-100)=4.150-7.500 \text{ kN/m}^2$ $M_s(100-200)=8.300-8.500 \text{ kN/m}^2$

Оптимални напони за ово тло су до $\sigma=200 \text{ kN/m}^2$. Тло је стабилно у плитком ископу.

Табела 10 – Референтне величине параметара за делувијално-пролувијалне песковите прашине

ТЛО (Q_{idpr})	Индекс конс. I_c	Запр. тежин. Природно вл. γ (kN/m^3)	Угао унут. трења ϕ°	Кохезија c (kN/m^2)	Модул стишљивости M_s (kN/m^2)		Коеф. Филт. $K_{f usbr}$ (cm/sec)
					100-200	200- 400	
	0.92-1.12	19.8 – 20.6	19-21	24.5 – 40.0	8.000-8.500		2.7×10^{-6}

МИОЦЕНСКИ СЕДИМЕНТИ

ПАНОН

Лапоровите глине, лапори ($M_3^2 gl, I$) су литолошки исте фазије маринског порекла, настале у завршној фази оплићавања палеобасена Тетиса у периоду Панона. Седименти су на локацији необично мале дебљине, до 5.0 m. Практично, њихова седиментација прати рељеф сарматског кречњака, па је дебљина уз падину знатно већа.

Набушене лапоровите глине на локацији представљају завршну фазу седиментације коју карактерише присуство продукта оксидо-редукције. Глине су смеђе-зелене боје, са значајно наталоженим карбонатним прахом. Глине су састављене од преовлађујуће прашинасте фракције која је садржана до 60.0 %, глине 10.0 -30.0 % и песка до 10.0-30.0 %. Минерални састав глинених фракција је илитско-монморионитски, а прашинастих карбонатни. Лапоровите глине су масивне структуре, неуслојене текстуре. Преовлађујућа порозност је прслинско-пукотинска; веће “пластичне” пукотине испуњене су гипсом, анхидритом или калцитним прахом; овај ниво је слабо засићен водом.

Глине су преконсолидоване, високе пластичности са Wl до 80.0 %, чврсте конзистенције, практично водонепропусне у маси са коефицијентом филтрације реда $K_{fv} = 5.6 \times 10^{-8} cm/sec$; средина је безначајан колектор вода где је дифузна циркулација вода присутна по систему пукотина, а чији интензитет зависи од степена распаднутости.

Утврђене су следеће вредности параметара овог тла:

Природна влажност:	$W = 28.4-33.0 \%$
Граница течења:	$Wl = 78.4-89.6 \%$
Индекс пластичности:	$I_p = 36.4-53.5$
Индекс конзистенције:	$I_c = 1.06-1.19$

Запреминска тежина природно влажног тла:	$\gamma=18.9-19.4 \text{ kN/m}^3$
Запреминска тежина просушеног тла на 105°C :	$\gamma_d=14.6-14.8 \text{ kN/m}^3$
Угао унутрашењег трења методом триаксиалне компресије	$\phi=18^\circ$
Кохезија тла:	$c=22.0-40.0 \text{ kN/m}^2$
Модул стишљивости у природном стању влажности:	$M_s(100-200)=8.500 \text{ kN/m}^2$ $M_s(200-400)=13.000 \text{ kN/m}^2$

Оптимални напони за ово тло су до 250.0 kN/m^2 ; тло је врло нестабилно у ископу. Масив је непогодан за машински и подземни рад, лепљив је и хемијски променљив у времену. У дубоким ископима карактеристично је накнадно истицање вода из пукотинског система, локално и са снажним притицајима. На локацији представља слабо водозасићени изолатор.

Табела 11 – Референтне величине параметара за панонске лапоровите глине

ТЛО (M_3^2gl)	Индекс конс. I_c	Запр. тежин. Природно вл. γ (kN/m^3)	Угао унут. трења ϕ°	Кохезија c (kN/m^2)	Модул стишљивости M_s (kN/m^2)		Коеф. Филт. K_{f usbr} (cm/sec)
					100-200	200- 400	
	1.06-1.19	18.9-19.4	15-18	22.0-40.0	8.000-9.000	12.000-13.000	5.6×10^{-8}

САРМАТ

Табличасти лапори (M_3^1l) су заступљени непосредно изнад спрудног кречњака, као лагунске (дубоководне приобалне) маринске фације. Развијени су на локацији у пакету дебљине 3.0-4.0 m.

По саставу су претежно лапоровите глине или лапори, псеудо-листасте до табличасте текстуре, кобалт-плаве боје. Између лапоровитих прослојака наталожен је танак филм карбонатног праха. Основни субстрат овог тла изграђен је од преовлађујуће прашинасте фракције која је садржана до 60.0-70.0 % у јединици запремине, глине 15.0-25.0 % и песка до 15.0-30.0 %. Минерални састав глинених фракција је илитско-монморионитски, а прашинастих карбонатни.

Преовлађујућа порозност је међуслојна и прслинско-пукотинска. Лапори (глине) су преконсолидоване, високе пластичности са W_l до 75.0-90.0 %, чврсте

консистенције, у дубљим зонама код дебелих пакета, на граници су крутости; слабо водопрпусне; коефицијент водопрпусљивости је реда $K_f=4.1 \times 10^{-7} - 1.7 \times 10^{-6}$ cm/sec; средина је слаб колектор вода ниског капацитета.

Параметри овог тла су следећи:

Природна влажност:	W=28.4-31.6 %
Граница течења:	Wl=72.4-85.7 %
Индекс пластичности:	Ip=37.5-51.3
Индекс консистенције:	Ic=1.0-1.12
Запреминска тежина природно влажног тла:	$\gamma=18.2-19.3$ kN/m ³
Запреминска тежина просушеног тла на 105°C:	$\gamma_d=13.6-15.0$ kN/m ³
Угао унутрашењег трења методом триаксиалне комп.:	
-оптерећење управно на слојевитост:	$\phi=18.0-24.0^\circ$
-оптерећење по правцу слојевитости:	$\phi=10.0-12.0^\circ$
Кохезија тла:	
-оптерећење управно на слојевитост:	c=32.0-32.3 kN/m ²
-оптерећење по правцу слојевитости:	c=20.0-26.0 kN/m ²
Модул стишљивости у природном стању влажности:	Ms(100-200)= 9.000-13.000 kN/m ² Ms(200-400)=10.900-16.500 kN/m ²

Оптимални напони за ово тло су до 300.0 kN/m²; тло је нестабилно у ископу.

Масив је непогодан за машински и подземни рад, променљиве стабилности; склон је испадању блокова, откидању и клизању. Одликује га дифузно истицање вода у ископу, са сталним, често снажним дотоком воде. На локацији представља слабо водозасићени колектор.

Табела 12 – Референтне величине параметара за сарматске лапоре

ТЛО (MзI)	Индекс конс. Ic	Запр. тежин. Природно вл. γ (kN/m ³)	Угао унут. трења ϕ°	Кохезија c (kN/m ²)	Модул стишљивости Ms (kN/m ²)		Коеф. Филт. Kf usbr (cm/sec)
					100-200	200- 400	
	1.10-1.12	18.2 – 19.3	18-24	30.0-32.0	9.000- 13.000	10.900-16.500	1.7 x 10 ⁻⁶

СПРУДНИ КРЕЧЊАК (M₃^{1k}) беличасто-жуте боје, калкареничког типа, основа и везивни субстрат карбонатног састава, зрнасте структуре, са променљивим степеном калцификације. Одликује се изразитом сунђерастом порозношћу, делимично кавернозном, као и прслинском и међуслојном. Има променљиву чврстоћу – сегменти могу бити од високе калцификације до полувезаног карбонатног песка.

Потпуно је водопропустљив, а стање водозасићености и ниво издани нису истражени. На појединим сличним локацијама издан из овог кречњака показала је снажни капацитет, као и локални карстни карактер, али и термоминерални статус вода.

Подаци о техничким карактеристикама спрудног кречњака, преузети су из истраживања са зоне Ташмајдана која је обавио Институт за испитивање материјала Републике Србије; подразумева се да су испитани само квалитетнији узорци кречњака; напомиње се да у кречњачком масиву постоје и карстне каверне које могу бити и метарских димензија:

Специфична тежина:	21.70 - 26.90 kN/m ³
Угао унутрашњег трења:	38 - 40°
Кохезија:	4.000 - 6.000 kN/m ²
Порозност:	21.0 - 25.0 %
Коефицијент порозности:	27.0 - 32.0 %
Густина:	0.760 - 0.790
Модул деформације:	14.200.000 - 15.200.000 kN/m ²
Модул еластичности:	15.000.000 - 16.700.000 kN/m ²
Динамички модул ел.	24.000.000 - 38.000.000 kN/m ²
Брзина звука:	3.7 - 4.5 km/sec

5.4 Хидрогеолошке одлике терена

Из свих података теренских радова бушења као и претходних геолошких истраживања утврђено је да су на локацији заступљене четири хидрогеолошке средине са карактеристичним хидрогеолошким функцијама:

- лесне наслаге као хидрогеолошки колектори спроводници кроз које се воде од падавина као и подземне воде из виших делова терена филтрирају и испуњавају међузрнски и пукотински простор у доњим деловима лесних наслага;

- делувијалне и делувијално - пролувијалне прашинасто - песковите наслаге као хидрогеолошки колектори;

- лапор и глине панонске и сарматске старости, који су по хидрогеолошкој функцији хидрогеолошки изолатори, али су стварно водозасићени у горњим распаднутим и физичко-хемијским измењеним нивоима.

- кречњаци су изразити хидрогеолошки колектор подземне воде, формирају издан значајније издашности.

Група седимената изнад кречњачког масива формира сложену издан фреатско-пукотинског типа. Издан има велико пространство а по количини подземних вода које се из ње могу очекивати, то је издан са малом издашношћу, што су потврдила и хидродинамичка испитивања на бушотинама КМ-2 /По/ и КМ-1.

Тестирањем бушотина и првим осматрањима подземних вода у периоду децембар 2006. - јануар 2007. године, на пијезометру КМ-2 /По/, ниво подземних вода се задржава на дубини од 6.5 m, са тенденцијом слабог раста након периода краткотрајних падавина. Исти пијезометар, осматрањем током пролећа и лета 2007. године, сигурно због значајног изостанка падавина осим у мају месецу, има спуштен ниво воде на 8.0 m.

Захваљујући тампонско-изолаторском слоју од глиновито-лапоровитих седимената наталожених у кровини кречњака, суперпониране издани (фреатско-пукотинска и карстна издан) нису хидраулички повезане, тако да изданске воде формиране у кречњацима (карстна издан), на будуће радове ископа неће имати никакав утицај.

5.4.1 Тестирање /црпљење/ истражних бушотина у I фази

На две бушотине (КМ-2 /По/ и КМ-1) извршена су хидродинамичка испитивања која су се састојала од краткотрајног интермитентног црпљења подземне воде и регистровања времена повратка на почетни ниво.

За разлику од бушотине КМ-2 у којој је уграђена пијезометарска конструкција (прилог 6.6), у бушотини КМ-1 опит црпљења је изведен у незацењеној бушотини.



Фото 1 - Пијезометар КМ-2 /По/ у нивоу терена изграђен од ПВЦ цеви

Опит црпљења је изведен бућкалицом запремине 2 l, а мерење нивоа је вршено пиштаљком и пантљиком, у одређеним временским интервалима. Може се констатовати да је у сваком објекту дошло до повратка нивоа на почетни ниво, што указује на добре услове обнављања изданских вода.

Записници мерења повраћаја нивоа подземних вода, постигнута снижења и количина црпљене воде приказани су у наредним табелама, а нивограми и хидрограми црпљења као и аналитичка обрада података тестирања, приказани су на сликама у овом поглављу. На основу ових прелиминарних испитивања прорачунати су хидрогеолошки параметри глиновито прашинастог тла које углавном преовлађује на предметној локацији.

Прорачун хидрогеолошких параметара је извршен на основу података о повратку нивоа подземне воде на почетни, по аналитичкој методи, користећи Theis-Јасобови апроксимацију, за услове струјања подземних вода под притиском. По овој методологији је заостало снижење ($\Delta S'$) једнако

$$\Delta S' = \frac{2.3Q}{4\pi T} \log \frac{t}{t'}$$

где је t -време у минутама протекло од почетка црпљења, а t' време у минутама након што је црпљење престало.

Прорачун коефицијента филтрације је извршен је по формули:

$$K = \frac{T}{m},$$

Где је K – Кофицијент филтрације; T – коефицијент водопродности и m - просечна дебљина слоја (у m), где је за дебљину глиновито-прашинастог слоја узета разлика од положаја нивоа подземне воде до крајње дубине бушотине.

**Записник црпљења са интермитентним протицајем
пијезометар КМ-2 /По/**

Табела 13 - I тест

Датум	Текуће време	Време тестирања		НПВ (m)	Снижење у (m)	Протицај (l/s)
		мин	сек.			
09. 01 2007. g	8 ⁵⁵	0	0	6.96	0	0.066
	9 ⁰⁰	5	300	9.06	2.1	

Табела 14 - Обнављање нивоа подземне воде

Датум	Текуће време	Време повратка нива		НПВ (m)	Снижење у (m)
		мин	сец		
09. 01. 2007. г	9:00:00	5	300	9.06	2.1
	9:01:00	6	360	8.60	1.64
	9:02:00	7	420	8.27	1.31
	9:03:00	8	480	7.97	1.01
	9:04:00	9	540	7.79	0.83
	9:05:00	10	600	7.60	0.64
	9:06:00	11	660	7.45	0.49
	9:07:00	12	720	7.38	0.42
	9:08:00	13	780	7.30	0.34
	9:09:00	14	840	7.28	0.32
	9:10:00	15	900	7.23	0.27
	9:12:00	17	1020	7.18	0.22
	9:14:00	19	1140	7.14	0.18
	9:16:00	21	1260	7.10	0.14
	9:18:00	23	1380	7.07	0.11
	9:20:00	25	1500	7.04	0.08
	9:25:00	30	1800	7.02	0.06
9:30:00	35	2100	7.0	0.04	
9:35:00	40	2400	6.98	0.02	
9:40:00	45	2700	6.96	0	

Прорачунати хидрогеолошки параметри за прашинасто-глиновите седименте (дебљине $H=9.6$ m) су:

$$T=1.2 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

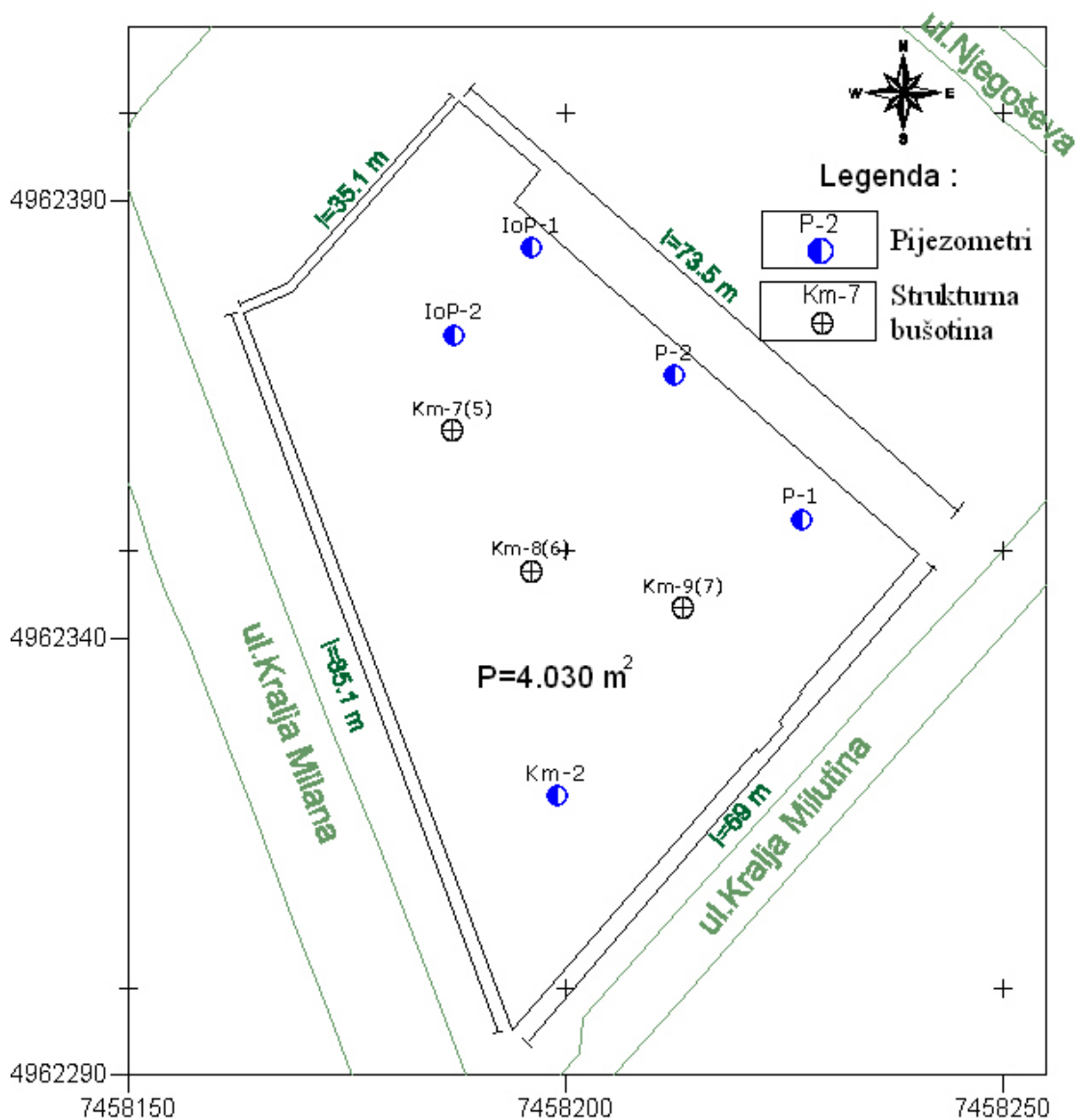
$$K=1.2 \times 10^{-7} \text{ m/s}$$

Специфична издашност бушотине је : $q=0,03$ l/s/m

5.4.2 Опити црпљења бунара у II фази

Ради утврђивања хидродинамичких карактеристика изданских вода, могућности гравитационог снижења нивоа подземних вода до пројектоване коте ископа системом бунара и дефинисања хидрогеолошких параметара, на предметној локацији су урађена два истражна бунара ИоП-1 и ИоП-2 и два пијезометра П-1 и П-2.

Њихов положај је приказан на слици 3.



Слика 3 - Положај тестираних бунара IoP-1 и IoP-2 са пратећим пијезометрима

Детаљне техничке карактеристике бунарских и пијезометарских конструкција приказане су у прилогу бр. 6.

Бунари ИоП-1 и ИоП-2 су урађени машинском гарнитуром УРБ-2/1/2 ротационом методом на суво. Најпре је извршено језгоровање сржном цеви $\phi 101 \text{ mm}$, а потом је бушотина проширена спиралом пречника $\phi 180 \text{ mm}$ до крајње дубине. У бушотину је уграђена бунарска конструкција од челичних цеви $\phi 114/108 \text{ mm}$, чије је спајање извршено варењем.

Бунарска конструкција се састоји од таложника дужине 2.0 m , филтера дужине 6.0 m и надфилтерске цеви променљиве дужине. Филтерске цеви су

шлицоване отворима правоугаоног попречног пресека, преко којих је спирално омотана ослоначка жица ϕ 1.2 mm, а потом је преко целе површине филтера постављено пластично слепак сито и исто фиксирано поцинкованом жицом ϕ 1.2 mm.

Филтерске цеви су позициониране у нивоу прашина које се сматрају хидрогеолшким колекторима слабе водопропусности, а делимично и у лапорима. Што се тиче осталих бушотина (2 хидрогеолошке и 3 геомеханичке), исте су урађене пречником бушења ϕ 101 mm са континуалним језгровањем. У две бушотине са ознаком П-1 и П-2 уграђена је пиезометарска конструкција и послужиле су за осматрање утицаја радијуса снижења у бунарима ИоП-1 и ИоП-2. На две истражно-осматрачке бушотине (ИоП-1 и ИоП-2) у којима је уграђена бунарска конструкција, извршена су хидродинамичка испитивања која су се састојала од краткотрајног црпљења подземне воде и регистравања времена повратка нивоа на почетни ниво (Фото 2).



Фото 2. – Црпљење на бунару ИоР-2

Опит црпљења је изведен подводном пумпом типа Т/150 следећих техничких карактеристика :

$$Q=5 \text{ do } 50 \text{ l/min}$$

$$H=113 \text{ do } 5 \text{ m i}$$

$$P= 1.1 \text{ kW}$$

са потисним водом од окитен цева ϕ 25.4 mm. Подводна пумпа је постављена у таложник, са усисом пумпе на 0.2 m од доње ивице филтера.

На два сата пре извођења опита црпљења и непосредно пре извођења опита, измерени су почетни нивои подземне воде на свим осматрачким објектима.

Мерење нивоа воде је вршено нивометром како у тестираном објекту тако и на суседном објекту. Осматрање нивоа подземних вода извршено је по следећој динамици (табела 15):

Табела 15 - Осматрање

Време црпљења (мин)	Интервали мерења
0 до 15	на 1 мин.(15 мерења)
15 до 30	на 5 мин.(3 мерења)
30 до 60	на 10 мин.(3 мерења)
60 до 180	на 30 мин.(4 мерења)

Протицај пумпе је мерен запреминском методом, користећи штоперицу и буре запремине 220 л. Током црпљења вода је била мутна, што указује на недовољно испирање тестираних објеката.

На основу података тестирања прорачунати су хидрогеолошки параметри глиновито-прашинастог тла које углавном преовлађује на локацији. Прорачун хидрогеолошких параметара извршен је на основу података о повратку нивоа подземне воде на почетни, по графоаналитичкој методи, користећи Theis - Јасовову апроксимацију, за услове струјања подземних вода под притиском.

За дебљину глиновито-прашинастог слоја узета је разлика од положаја нивоа подземне воде до подине водоносног слоја. Записници мерења повраћаја нивоа подземних вода, постигнута снижења и количина црпљене воде приказани су у табелама 16 до 19.

Записник опита црпљења са константним пртицајем пијезометар ИоП-2

Табела 16- I тест

Датум	Текуће време	Време тестирања		НПВ (m)	Снижење у (m)	Протицај (l/s)
		мин	сек.			
18. 06.2007. g	16:10:00	0	0	8.175	0	0.66
	16:10:30	0.5	30	10.245	2.07	
	16:11:00	1	60	11.425	3.25	
	16:11:30	1.5	90	13.375	5.2	
	16:12:00	2	120	15.625	7.45	

Табела 17 - Записник повратка нивоа подземне воде на почетни

Датум	Текуће време	Време повратка нивоа		НПВ (m)	Снижење у (m)
		мин	сек.		
18. 06. 2007. г	16:12:00	2	120	15.625	7.45
	16:13:00	3	180	13.505	5.33
	16:14:00	4	240	13.325	5.15
	16:15:00	5	300	12.925	4.75
	16:16:00	6	360	12.625	4.45
	16:17:00	7	420	12.345	4.17
	16:18:00	8	480	12.025	3.85
	16:19:00	9	540	11.845	3.67
	16:20:00	10	600	11.625	3.45
	16:21:00	11	660	11.445	3.27
	16:22:00	12	720	11.225	3.05
	16:23:00	13	780	11.105	2.93
	16:24:00	14	840	10.985	2.81
	16:25:00	15	900	10.815	2.64
	16:26:00	16	960	10.645	2.47
	16:27:00	17	1020	10.465	2.29
	16:32:00	22	1320	9.875	1.7
	16:37:00	27	1620	9.345	1.17
	16:42:00	32	1920	8.945	0.77
	16:52:00	42	2520	8.505	0.33
17:02:00	52	3120	8.305	0.13	
17:12:00	62	3720	8.265	0.09	
17:42:00	92	5520	8.22	0.045	

Прорачунати хидрогеолошки параметри за прашинасто-глиновите седименте (дебљине $H=6.825$ m) су:

$$T=3.1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$K=4.5 \times 10^{-7} \text{ m/s}$$

На основу протицаја пумпе ($Q=0.66$ l/s) и постигнутог снижења ($S=7.45$ m), прорачуната је специфична издашност од:

$$q = \frac{Q}{S} = 0,088 \text{ l/s/m'}$$

Записник опита црпљења са константним протицајем пијезометар ИоП-1

Табела 18 - I тест

Датум	Текуће време	Време тестирања		НПВ (m)	Снижење у (m)	Протицај (l/s)
		мин	сек.			
19. 06 2007. g	16:15:00	0	0	6.69	0	0.62
	16:15:30	0.5	30	9.21	2.52	
	16:16:00	1	60	11.46	4.77	
	16:16:30	1.5	90	14.01	7.32	
	16:16:50	1.83	110	14.61	7.92	

Табела 19 - Записник повратка нивоа подземне воде на почетни

Датум	Текуће време	Време повратка нивоа		НПВ (m)	Снижење у (m)
		мин	сек.		
19. 06. 2007. g	16:16:50	1.83	110	14.61	7.92
	16:17:50	2.83	170	13.34	6.65
	16:18:50	3.83	230	12.96	6.27
	16:19:50	4.83	290	12.86	6.17
	16:20:50	5.83	350	12.7	6.01
	16:21:50	6.83	410	12.56	5.87
	16:22:50	7.83	470	12.51	5.82
	16:23:50	8.83	530	12.46	5.77
	16:24:50	9.83	590	12.44	5.75
	16:25:50	10.83	650	12.41	5.72
	16:26:50	11.83	710	12.4	5.71
	16:27:50	12.83	770	12.39	5.7
	16:28:50	13.83	830	12.385	5.695
	16:29:50	14.83	890	12.36	5.67
	16:30:50	15.83	950	12.34	5.65
	16:31:50	16.83	1010	12.32	5.63
	16:36:50	21.83	1310	12.19	5.5
	16:41:50	26.83	1610	12.13	5.44
16:46:50	31.83	1910	12.02	5.33	
16:56:50	41.83	2510	11.81	5.12	
17:06:50	51.83	3110	11.73	5.04	
17:16:50	61.83	3710	11.59	4.9	
17:29:50	74.83	4490	11.36	4.67	
20.06.	8:00:50	945.83	56750	7.19	0.5

Прорачунати хидрогеолошки параметри за прашинасто-глиновите седименте (дебљине Н=4.31 m) су:

$$T = 1.07 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$K = 2.5 \times 10^{-7} \text{ m/s}$$

На основу протицаја пумпе ($Q=0.62$ l/s) и постигнутог снижења ($S=7.92$ m) прорачуната је специфична издашност од:

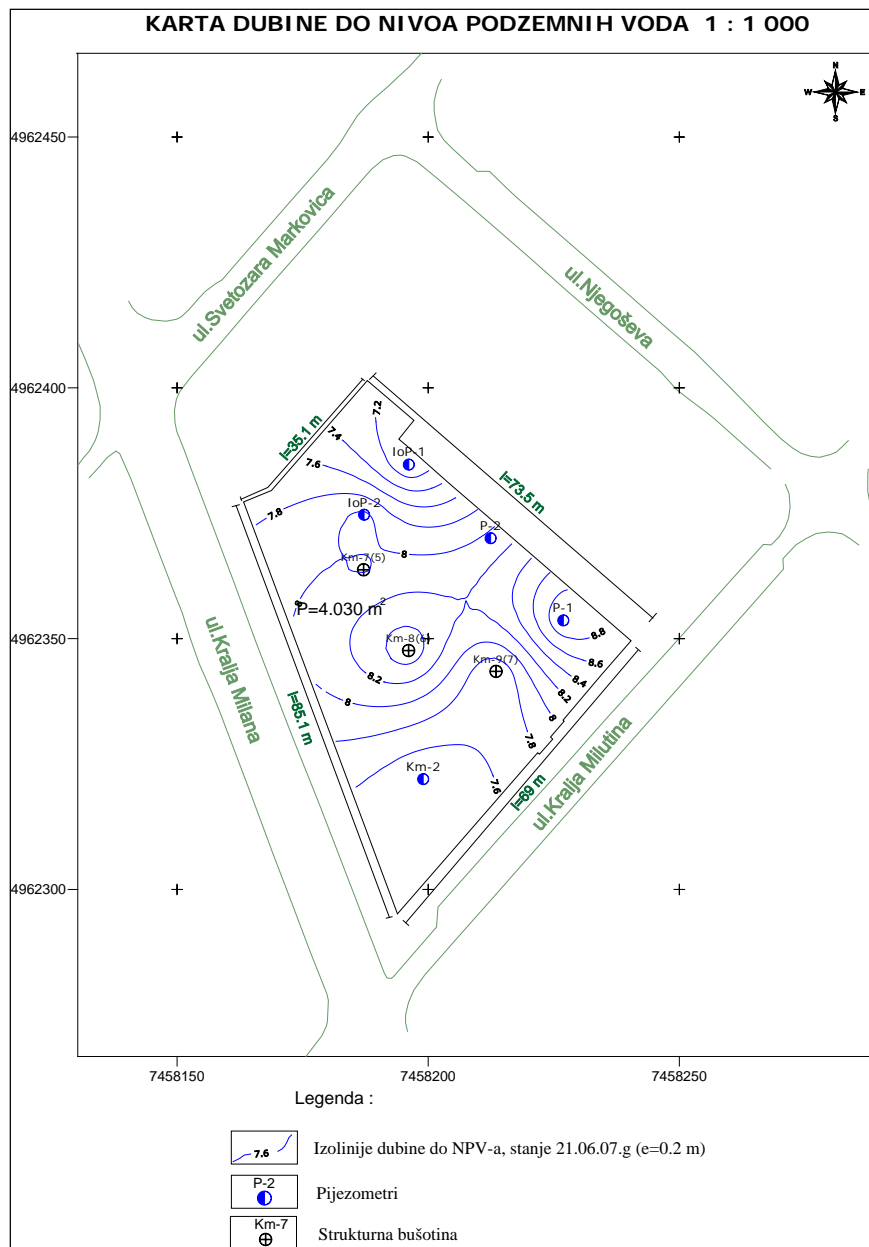
$$q = \frac{Q}{S} = 0,078 \text{ l/s/m'}$$

Као што се види из приказаних резултата, ради се о слабо водопрпусним наслагама са вредностима коефицијента филтрације од $K=2.5 \times 10^{-7}$ m/s до $K=4.5 \times 10^{-7}$ m/s.

Током извођења опита црпљења, у суседном осматрачком објекту, на растојању од 13.4 m, колико износи растојање од ИоП-1 до ИоП-2, није регистровано снижење нивоа подземне воде.

Поред радова тестирања наведених бунара, на свим осматрачким објектима предузета су повремена мерења нивоа подземних вода. Мерењима су обухваћене и геомеханичке бушотине чија је стабилност зидова очувана. Тако су у незацељеним геомеханичким бушотинама измерене следеће дубине воде: КМ-7 10.2 m, КМ-8 14 m и КМ-9 11.2 m.

За стање нивоа подземних вода измерено 21.06.2007.г. урађена је карта хидроизохипси и дефинисан је смер кретања нивоа подземних вода. Такође, на основу података осматрања нивоа подземних вода, урађена је карта дубине до нивоа подземних вода која је једна од битних подлога за израду пројекта откопавања и дефинисање почетка радова на дренарању подземних вода (Слике 5 и 6).



Слика 5 - Карта са изолинијама дубине нивоа подземних вода

Из приложених слика види се да је дубина до нивоа подземних вода од 7.2 до 8.8 m. Најмања дубина до нивоа подземних вода је регистрована у северозападном делу истражног подручја, у зони бунара ИоП-1. У том делу терена су након рушења објеката, регистроване каменом озидане септичке јаме пречника 0.7 m и дубине веће од 4 m, тако да се преко истих врши прихрањавање изданских вода (Фото 3).



Фото 3. – Септичка јама према горњем фронту зграда

Налаз истраживања је да су коте нивоа подземних вода од 111.80 до 110.60 mпv, са током подземних вода у смеру југозапада.

Прихрањивање подземних вода врши се на рачун инфилтрације атмосферских вода у подземље. Након падавина вода се брзо инфилтрира кроз лесне насlage. Запажено је да се извесна количина воде из неисправних водоводних инсталација константно истиче и улива у бушотину КМ-9.

У овој фази хидрогеолошких истраживања, на основу добијених резултата, прорачунате су статичке резерве сумарно за простор који је предвиђен за откопавање и који заузима површину од 4.030 m².

Користећи опште прихваћену формулу $\Sigma Q_{st.} = \mu * V$, где су:

-Qst – статичке резерве (m³);

- μ - специфична издашност издани која је прорачуната по формули

Бецинског ($\mu=0,117 \sqrt{k}$; $k=0,038$ m/dan ; $\mu=0,073$);

-V - запремина издани ($P \times H_{sr}$)=4030 m² x 7 m =28.210 m³

Срачунате су статичке резерве и исте износе $\Sigma Q_{st.} = 2.060$ m³.

При просечном дренарању наслага у количини од $Q=0.5$ l/s, у времену од 1.5 месеца, целокупне статичке резерве подземних вода би биле издрениране. На основу података мерења нивоа подземних вода и хидрогеолошких параметара прорачунатих на основу резултата опитног црпљења и геометрије издани, извршен је прорачун динамичких резерви, према формули:

$$Q_{din} = Kf_{sr} \times H_{sr} \times V_{sr} \times I, \text{ где су:}$$

- Q_{din} – Дотицај подземне воде према контури ископа (динамичке резерве у m^3/s);

- Kf_{sr} – Просечни коефицијент филтрације ($Kf_{sr}=4.5 \times 10^{-7}$ m/s);

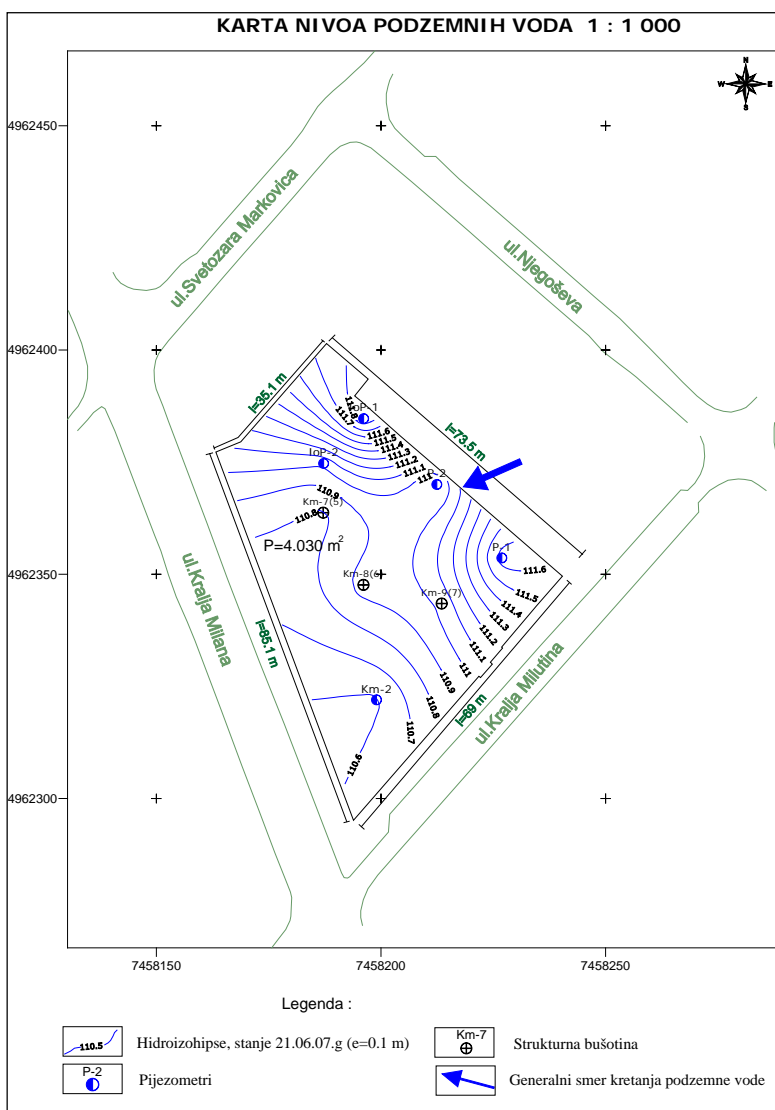
- H_{sr} – Средња дебљина изданског тока ($H_{sr}=7$ m);

- B_{sr} – Ширина изданског тока ($B_{sr}=75$ m);

- I – Хидраулички градијент ($I=0.05$)

На основу датих параметара прорачунате су динамичке резерве подземних вода и оне износе:

$$Q_{din} = 0,012 \text{ l/s.}$$



Слика 6 - Карта хидроизохипса (стање 21.06.07.г.)

5.4.3 Хемијске анализе узорка воде

На једном узорку подземне воде са бушотине КМ-2, извршена је скраћена хемијска анализа која је дала следеће резултате:

- угљо-кисела агресивност CO_2 у води, извршена је мерењем концентрације овог гаса пре и после контакта воде са калцијум – карбонатом. Вредност концентрације агресивног CO_2 је позитивна, што значи да се концентрација угљен-диоксида (тј. концентрација јона HCO_3^-) у узорцима повећала, после контакта са калцијум - карбонатом. То указује на растварање калцијум – карбоната, а не до таложења, што говори да вода садржи агресивни угљен-диоксид;
- карбонатна агресивност указује да вода припада категорији тврдих вода;
- општа киселинска агресивност карактеристична је за воде чија је рН – вредност мања од 6.8, ако пролазе кроз тло са коефицијентом филтрације од 10 m/dan. У анализираном узорку вредност рН=6.9, што указује на скоро неутралну средину;
- сулфатна агресивност показује концентрација сулфата која је у узорку воде испод границе од 250 mg/l, те се може сматрати сулфатно неагресивном;
- магнезијумска агресивност је далеко испод границе за подземне воде;
- амонијумска агресивност указује на вредности NH_4^- јона; у узорку воде садржај амонијумових соли је мањи од граничне вредности од 500mg/l, те се може сматрати амонијумски неагресивном.

Испитивани параметри хемијског састава подземних вода приказани су у табели 20.

Табела 20 – Резултати испитивања

Редни број	Параметри	%
1.	Ca^{2+} (mg/l)	64,4
2.	Mg^{2+} (mg/l)	30,5
3.	NO_3^- (mg/l)	8,80
4.	NO_2^- (mg/l)	0,174
5.	HCO_3^- (mg/l)	375,2
6.	NH_4^+ (mg/l)	10,64
7.	SO_4^{2-} (mg/l)	4,95
8.	CO_2uk (mg/l)	2,74
9.	CO_2rav (mg/l)	-0,15
10.	CO_2agr (mg/l)	20,9
11.	p-aciditet	0,25
12.	m-alkalitet	6,15
13.	Ukupna tvrdo}a $^{\circ}\text{dH}$	16,1
14.	pH	6,9

На основу свих анализа, утврђено је да се вода одликује угљо-киселом агресивношћу на бетон.

5.4.4 Радни услови

Према резултатима спроведених истраживања могуће је дати процену о хидрогеолошким условима средине у којој ће се одвијати радови на ископу темељне јаме дубине до 15 m.

Према литолошком саставу стенских маса и прорачунатим филтрационим карактеристикама локалног тла, ради се о слабо водопрпусној средини у којој су акумулиране релативно мале количине подземних вода. Према специфичној издашности бушотина од $q=0.019 - 0.088$ l/s/m и брзини обнављања нивоа подземних вода након престанка црпљења, уочава се да су у појединим деловима терена различити интензитети прилива подземних вода. С обзиром да је локација будућег ископа у ножици падине и да се налази у транзитној зони циркулације подземних вода према гравитационом базису, може се очекивати константан прилив подземних вода мањег интензитета.

Глиновито - лапоровито седименти који се налазе непосредно у кровини сарматских кречњака дебљине су око 5.5 m и у суштини представљају хидрогеолошку баријеру за евентуални прилив вода из карстне издани у темељни ископ. Дубина до кречњака је од 14.0 - 21.5 m.

На основу резултата истражног бушења, лабораторијских и хидродинамичких испитивања и досадашњег мониторинга режима подземних вода, закључено је следеће: - издан је формирана у делувијално-пролувијалним седиментима, са нивоом подземних вода на дубини од 7.2 до 8.8 m, за различите периоде хидролошке године;

- на основу филтрационих карактеристика локалног тла, прорачунатих на типским узорцима тла по емпиријским формулама које базирају на гранулометријским анализама (табела 21) и хидродинамичким испитивањима - рикверу тест (табела 22), ради се о тлу са слабо водопрпусним до водонепропусним карактеристикама у којима није могуће гравитационо одводњавање.

Табела 21 – Интервали узимања узорака

Озн. Буш.	Интервал узимања узорака					
КМр-2	4,7 - 5 m	6 - 6.3 m	9 - 9.3 m	12.5-12.8 m	13.3-13.7 m	18.0-18.3 m
	2.0×10^{-7} m/s	2.8×10^{-8} m/s	3.6×10^{-8} m/s	1.7×10^{-8} m/s	1.1×10^{-7} m/s	4.1×10^{-9} m/s
КМ-1	4,6 - 4.9 m	8 - 8.3 m	9.4 - 9.8 m	11.1-11.5m	15.3-15.7m	17.3-17.6 m
	2.4×10^{-8} m/s	1.4×10^{-7} m/s	2.7×10^{-8} m/s	2.7×10^{-8} m/s	5.6×10^{-10} m/s	1.7×10^{-8} m/s

Табела 22 – Хидродинамичка испитивања

Ознака бушотине	Коеф. Филтрације k (m/s)	Специфична издашност q (l/s/m ²)
КМ-2	I) 1.2×10^{-7}	0.030
	II) 2.0×10^{-7}	0.019
КМ-1	5.6×10^{-7}	0.084

Филтрационе карактеристике срачунате на основу резултата опитних црпљења разликују се од коефицијената филтрације срачунатих на бази гранулометријских испитивања и представљају интегралну вредност водопрпусности свих слојева, јер су филтерским делом и засипом обухваћене све слабоводопрпусне наслагe. У том смислу, прогнозира се:

-Радови на ископу до дубине од 7.2 m одвијаће се у надизданској зони;

-На дубини од 7.2 m до 13.5 m радови ће се одвијати у условима константног прилива подземних вода;

-Површина ископа је $P=4.030 \text{ m}^2$ и ископ је облика правоуглог трапеза, са дужином страна од 35.0 до 85.0 m.

-Укупни прогнозни прилив подземних вода дуж контура ископа у почетку може износити и до 6.0 l/s, и који ће се током времена смањити. Међутим, прилив у значајној мери зависи од биланса падавинских вода у сезони.

За обезбеђење стабилности косина ископа морају се предузети дренажни радови. С обзиром на мале вредности коефицијента филтрације, за одводњавање тла и спречавање прилива подземних вода у темељни ископ, након откопавања темељне јаме до дубине од 6.5 m, претпоставља се да је могуће применити комбиновану методу одводњавања:

-иглофилтрима који би се урадили по контури ископа и

-дренажним каналима са водосабирником у најнижем делу ископа, опремљеним муљним пумпама, за испумпавање дренираних подземних вода као и вода из падавина.

Израда дренажних канала би се вршила сукцесивно након спуштања базе ископа за свака 2.0 m, почев од дубине од 7.2 m, са дном канала који ће у свакој фази ископа бити нижи од кота ископа.

Дренажни радови треба да буду предмет посебног Пројекта одводњавања у којем ће бити дефинисана метода одводњавања, прорачун броја објеката одводњавања, избор опреме и пумпи за одводњавање и дефинисања начина и места одвода испумпаних вода из контуре ископа.

5.5. Сеизмичност терена

5.5.1 Технички опис

У непосредној близини ове локације раније су вршена испитивања за потребе сеизмичке микрорејонизације у улици Краља Милутина (непосредно поред овог објекта), затим, обимни радови за потребе пројектовања и изградње објекта Народне банке Србије на Славији (суседна зграда преко пута) у улици Немањина. Резултати ових испитивања су искоришћени за предметну микролокацију.

5.5.2 Сеизмолошке одлике Србије

Подручја са умереним степеном сеизмичности (6-8° MSK-64) обухватају значајан део територије Србије. Највећи број епицентралних подручја обухвата густо насељене области у којима су смештени објекти свих категорија.

Увођењем EUROCODE-а основа за процену сеизмичког хазарда је максимално очекивани земљотрес (вероватноћа 70%) за повратни период од 475 година и максимално хоризонтално убрзање у очекиваном фреквентном опсегу. Значај објекта захтева брижљив одабир поступака за дефинисање законом предвиђених параметара.

На карти сеизмичког хазарда републике Србије из 2018. године која приказује макросеизмички интензитет за повратни период од 475 година, Београд се налази у зони 7 - 8° MCS скале.

Догођени максимални сеизмички интензитет на подручју Београда је био 6-7° MSK као манифестација последица Рудничког земљотреса.



Фото 4: Сеизмички хазард републике Србије за повратни период од 475 година, Сеизмолошки завод

Са сеизмолошког становишта регион Србије у ширем смислу припада простору централног Медитерана. Сеизмичка активност испољила се на простору Србије догађањем преко 380 умерених и јаких земљотреса. Ови земљотреси својим положајем маркирају најзначајније жаришне зоне у простору Србије. Према догођеним земљотресима жаришне зоне са највићим енергетским

потенцијалом на простору Србије су Свилајначка, Рудничка, Лазаревачка, Копаоничка, Мионичка, Врањска, Јагодинска, Витинска и Трстеничка.

Најшире прихваћене претпоставке о генези земљотреса у региону Србије је да су земљотреси везани за дубинске разломе као старе ослабљене зоне или пак да њихов узрок лежи у неједнакој брзини савремених диференцијалних вертикалних кретања и догађају се у ослабљеним зонама које су оријентисане под утицајем регионалног поља напона.

5.5.3 Сеизмичка историја терена

За наше просторе инструментална регистрација подразумева како почетак оваквог регистравања земљотреса сеизмолошким станицама ван наше земље од 1893, тако и нашим сеизмолошким станицама од 1906. до данас. Први земљотрес чији је епицентар био лоциран на основу инструментално регистрованих података о наступним временима фаза сеизмичких таласа, за наш простор, је био Лазаревачки земљотрес из 1922. године.

Најстарији подаци о сеизмичкој активности на овим просторима везани су за хронолошке забелешке, без инструменталне регистрације као потврде тих догађаја. У простору Србије пре 1900. године догодило се више снажних земљотреса и то на Косову и Метохији, на Фрушкој Гори, у области Врања, Јухора и Јагодине и Голупца. Главни параметри земљотреса чији је интензитет $I \geq 7^{\circ}$ МСК су приказани у табели 2.

У протеклих 100 година на простору Србије догодило се 16 земљотреса магнитуде $M \geq 5$. Активност је започела 1905. године земљотресом код Крупња, да би се последњи снажан земљотрес догодио код Гњилана 2002. године. Јаке земљотресе су пратиле серије накнадних удара, а у појединим деловима зоне догађали су се независни слабији земљотреси.

Основне карактеристике сеизмичности у Србији су:

- јаки земљотреси се јављају увек са новим положајем епицентра; појави главног удара претходи повећање сеизмичке активности у простору припреме земљотреса;
- сеизмичка енергија се ослобађа у периоду од неколико година;
- периоди повећане сеизмичке активности смењују периоде затишја.

За сеизмички hazard Београда, а самим тим и истраживане локације доминантна је сеизмичка активност пет сеизмичких жаришта у његовој релативно ближој околини. То су жаришта по сеизмогенетским капацитетима Свилајнца (1), Рудника (3), Лазаревца (2), Темишвара (4) и Мионице (5). Параметри главних земљотреса ових жаришта дати су у табели бр. 23.

Табела бр. 23 - Параметри главних земљотреса

datum	vreme	geogr. {irina	geogr. dužina	dubina	Imax°MSK	M	intenzitet u Beogradu	žarište
08.04.1893	13:47	44.3	21.3	15 km	VIII	5.8	VI	Svilajnac
24.03.1922.	12:22	44.5	20.5	20 km	VIII	5.7	VI	Lazarevac
15.05.1927.	02:47	44.3	20.8	24 km	VIII	5.7	VI-VII	Rudnik
12.07.1991	10:42	45.42	21.07	26 km	VIII	5.5	IV	Temišvar
29.09.1998.	00:15	44.24	20.03	19 km	VIII	5.6	V	Mionica

Очекивана максимална магнитуда за периоде осматрања од 500 и 1000 година и вероватноћа појаве од 70% максимално хоризонтално убрзање на основној стени је:

$a_0 = 0.04g$ за период осматрања 100 година и

$a_0 = 0.06g$ за период осматрања 500 година

5.5.4 Сеизмотектонске карактеристике региона

Београд и његово шире подручје лежи у Вардарској зони. Ова зона сложене тектонике описана и као линеамент дубоких раседа и најзначајније подручје колизије елемената на Балкану (Димитријевић, 1992) је простор у коме је генерисан највећи број јаких земљотреса $M > 4.9$ на простору Србије у овом веку. Према истраживањима јаких земљотреса на простору Србије земљотреси се у простору централне Србије догађају на коњугованим раседима оријентација СИ-ЈЗ и СЗ-ЈИ са доминантном хоризонталном компонентом кретања. Дефинисања могуће локације будућег земљотреса неопходно је извести према резултатима свих истраживања око локације на којој се земљотреси према сеизмотектонским карактеристикама простора централне Србије и утврђених сеизмотектонских модела кретања коре могу догодити. За подручје Београда најнеповољнија локација, према захтевима претходног става, је простор на 60 km југоисточно од Београда.

5.5.5 Сеизмичност локације

Сеизмичка микрореонизација није рађена на локацији, па су преузети објављени стручни радови и коефицијенти сеизмичности објеката у непосредној близини (зграда НБС).

Оцена сеизмичке угрожености показала је да се на локацији средњег (најчешће заступљеног) тла на ужој територији града Београда може очекивати:

-земљотрес интензитета VIII° MSK-64, са вероватноћом од 70% у периоду од 500 година;

-максимално хоризонтално убрзање на основној стени за повратни период од 500 година са вероватноћом појаве 70% у износу од $a_0 = 0.06g$, што одговара VIII° MSK-64;

-вероватноћа убрзања није дата за нижи VIII° и VII° MCS F(a);

-коефицијент динамичности K_d није дат;

-коефицијент сеизмичности $K_s = 0.035$;

-коефицијент сеизмичке импеданце $C = 0.47$ за $\gamma_i = 17.2 \text{ kN/m}^3$ и $V_{si} = 0.32 \text{ km/s}$,

-коефицијент амплификације на површини терена 2.07;

-коефицијент амплификације на нивоу фундарања 1.55;

-тло припада самој граници I и II категорије;

-вредности сеизмичког интензитета I_{max} на површини терена, за повратне периоде 200 и 500 година, припада најнижим вредностима VIII степена; ако се узме у обзир дубина фундарања, онда ова вредност за повратни период од 200 година припада VII степену скале MKS-64, па се са великом поузданошћу дефинитивна вредност K_s може свести на 0.028 – 0.03.

6. ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ИЗГРАДЊЕ ХОТЕЛА „ХИЛТОН“

Хотел „Хилтон“ је један од капиталних објеката који се граде у последњих 20 година. Не само што је у питању хотелски „brend“, већ се ради и о специфичној структури таквог типа објеката који садрже не само хотелске јединице, већ и друге комерцијалне садржаје типа сала за конгресе и симпозијуме, сала за свечаности са мноштвом гостију, што захтева и велики број паркинг места.

Услов паркирања углавном је одлучујући за планирање и пројектовање подземних етажа, а с обзиром на величину хотела, то је највише и условило изградњу 4 подземне етаже.

Овај објекат један од оних који се смешта у старом градском језгру, између постојећих вишеспратних зграда, углавном зиданих опеком старог формата, са највише једном подземном етажом и темељима самцима или великим и широким темељним тракама. Међутим, овакве зграде, без обзира на монументалност и класични стил градње, често и немају темеље, већ су уместо темеља, ослоњене на 1 – 2 реда опеке као продужени зид.

Осим отежавајућих околности које се односе на квалитет и близину суседних зграда, дубину укопавања и облик њихових темеља, значајан део проблема овакве изградње, представља и геолошка средина, оличена у већем броју различитих типова тла литолошке и физичко – механичке хетерогености.

6.1 Најважнији геотехнички аспекти

Услове сваког ископа одређује стање тла у коме се ископ изводи, а стање тла очитују параметри утврђени на основу свих података истраживања. На локацији хотела „Хилтон“ подаци су прикупљени у значајном обиму, а већина

потиче из периода 2007 – 2008. године, када је планирана стамбена зграда сличних габарита, спратности и дубине ископа.

Не узимајући у обзир могућности расипања података о тлу који потичу из различитих лабораторија или теренских метода испитивања, као и података изведених посредно, прорачунски, табеларно или из разних стандардних дијаграма, за израду дубоког ископа најважније је успоставити ред важности информација за пројектаната темељења објекта и пројектанта заштите ископа и суседних објеката:

6.1.1 Геолошка грађа и историја стварања терена

Важно је знати да одређена геолошка средина није лоцирана само у габариту објекта, већ да она има своје законитости у распрострањењу које могу бити значајан фактор непознаница и ризика, али и очекиваних правилности и тачних прогноза.

Као што је приказано у поглављу 5.1, највиши ниво терена је настао у периоду Квартара и Миоцена. Овде су подједнако важне карактеристике оба геолошка ката (времена) у коме су ове литолошке јединице настајале. Практично, квартално тло гради већински део профила под објектом, а миоценско тло (и стене) представљају углавном ослонац конструкција.

Млађи квартални наноси (Q_2) депоновани су на копно углавном као материјали еолског порекла, настали од моренских прашина ношених снажним ветровима са севера. Најмлађе су лесне насlage дебљине које изграђује површинске зоне терена на локацији хотела, док се у профилу под објектом налазе и доњи старији варијетети истог тла, насталог у акватичним или измењеним условима под дејством временских и динамичких фактора. Све врсте заступљеног тла су претежно прашинастог састава, од стабилних и неактивних минерала карбоната:

- копнени падински лес (Q_{2l1}), дебљине око 5.0 m, изграђује непосредну површину терена, таложен изнад нивоа подземне воде;
- у бази лесног слоја заступљен је подтип тзв. “барски лес” (Q_{2l}^*), дебљине 1.0-1.5 m, али је на бушотинама КМ-1 и КМ-2 картиран и до 5.0 m; углавном није водом засићен, мада је таложен у барским условима;
- делувијум лесног порекла - прашинаста глина (Q_{2dl}), дебљине 1.5-3.5 m, појединачно и до 4.0-5.0 m, углавном незасићен водом .

Старији квартални наноси ($Q_{1,2}$) настали су у условима обилних падавина и веома хладне климе, са огромним приносом материјала, као и променљивим процесима ерозије и акумулације. При овим процесима су мењали своје облике, одношени су, размештани и поново депоновани, мењајући своја структурно -

текстурна и петрографска својства, па тако многа квартарна тла имају минерални састав типичан за нешто старије маринске или вулканске стене.

Од старијег квартарног тла заступљен је у бази само пролувијум - песковите прашине (Q_{1dpr}), дебљине само неколико метара, често врло хетерогеног састава који се сматра главним колектором подземних вода горње издани.

Миоценску основу терена представљају марински лапори и глине, прослојени локално са вулканским прашинастим еруптивима или изграђени и од таквих минералних честица ($M_3^{1,2}$). Ови седименти ослоњени су на старије спрудне шупљикаве кречњаке (M_3^1), испод којих су још старији масивни кредни кречњаци (Kk).

Карактер глиновито – лапоровитих седимената ($M_3^{1,2}$) произашао је управо из седиментационих услова, тј, континуираног приноса већинског прашинастог материјала у топловодним маринским условима, у топлој клими, са високом инсолацијом и високим салинитетом морске воде. Минерални састав овог тла, без обзира на ступањ консолидације, одликује висока хомогеност и минерална једнообрзност.

6.1.2 Хетерогеност тла у геолошком профилу

Према природи настанка тла на локацији хотела, не постоје услови за било који облик хаотичне седиментације, нити могућности појаве других врста тла осим наведених. Све седиментне врсте поређане су у вертикалној диспозицији према правилној хронолошкој сукцесији. Њихов положај и димензије не указују на било какве поремећаје у геолошкој прошлости, као што су редепозиција или клизање.

Посматрајући укупне димензије вертикалног профила, може се сматрати да не постоји литолошка хетерогеност. У 90.0 % ископа радови се изводе у хомогеном квартарном тлу, до 6.0 – 8.0 m засићеном водом, а остатак је у квартарном пролувијуму, потпуно и увек засићеном водом и преконсолидованим панонским, готово незасићеним лапорима и глинама.

6.1.3 Физичко – механичке карактеристике тла у профилу

Према диспозицији објекта на профилу „М“, дно објекта – Level - IV са котом пода етаже - 12.40 m, налази се у бази најнижег типа квартарног тла (пролувијума – Q_{1dpr}), дебљине 2.5-3.5 m, локално и до 6.0 m. Пролувијално тло је главни колектор подземних вода горње издани. Могуће је и да ће дно ископа (дебљина плоче, изравнавајући слојеви) тангирати панонске лапоровите глине и лапоре, или ући у њих.

Средине кроз које се изводи ископ, представљају три различита комплекса, чији су појединачни чланови међусобно слични:

Највиши I комплекс (групу) тла чине еолске копнене наслаге лесног и лесоидног типа (Q_{2l}), (Q_{2l}^*) и (Q_{2dl}). Одликује их слична смеђе – жута боја, исти литолошки састав – претежне карбонатне прашине, претежна цеваста порозност, добра вертикална водопропустљивост, док је делимично водом засићен само лесни делувијум (Q_{2dl}). Лесни ниво (Q_{2l}), је средње до слабо носив, вертикално стабилан, стално изнад нивоа воде. Однос слегања тла у природно влажном (сувом) и накнадно провлаженом лесу, на овој локацији је приближно 1:2, а коефицијент тоњења је до 0.015. Ово је поуздан знак преосетљивости тла не само на влажење, него и на притисак. Међутим, структуру ових врста тла, нарочито копненог леса, чини карбонатна решетка изграђена од карбонатних соли које под утицајем воде мењају агрегатно стање, а лом тла је тренутан;

Код барског леса (Q_{2l}^*) и лесних делувијума (Q_{2dl}), који су стварани у воденој средини, или су и данас под водом, ово својство готово да и није изражено. За ове две врсте тла карактеристична је повећана збијеност, па и општа својства чврстоће, али је висока влажност узрок нестабилности у ископу, која се одражава одваљивањем и шкољкањем.

- **II комплекс** чини најнижи квартарни ниво - делувијално – пролувијална прашинаста глина (Q_{1dpr}) дебљине 1.0 – 3.5 m коју одликује стално водозасићење. Та глина је релативно хомогена по саставу, али, неретко, садржи и разне секундарне грубозрне гранулометријске класе. Тло је добро носиво, некомфорно за рад на коти ископа, а отворени ископ мора се одмах осигурати. У слободном ископу се цепа и испада у виду већих монолита, због сталног водозасићења.
- **III комплекс** обаватају миоценски лапори и глине ($M_3^{1,2}$), средине на граници крутости. Тло је високе чврстоће и високе кохезије а стишљивост тла је занемарљива. Тло се сматра добро носивим а зависи од димензија и дубине темеља. По материјалном саставу ово тло граде:
 - Фракције глине које у јединици запремине учествују у проценту од 10 – 30 %, одликује монморионитски и илитски минерални низ; први је посебно проблематичан из разлога високе бубривости која у екстремним случајевима износи и преко 100 %;
 - фракције прашине су већински заступљене, и до 70 % и претежно су карбонатног састава. То овим глинама даје „камени – лапоровити“ израз, као и механичке карактеристике високе кохезије и угла унутрашњег трења, те модула деформбилности;

- фракције песка, подређене су у односу на остале и углавном су неједнако концентрисане у маси или у међуслојним равнима таблично – плочасте слојевитости. То су, међутим, зоне појачане водопропустљивости и стварања каверни великог пречника у лапоровитом масиву, из којих снажно истиче вода ограниченог трајања након отварања ископа.

Однос фракција и њихов минерални састав, манифестује се релативно брзом променљивошћу у времену – од свежег кртог тла које је на прелазу ка крутом, у неким условима, под утицајем воде, настаје меко и жилаво, хигроскопно тло. У почетним фазама ископа где се диже прашина, настаје блатњава и каљава маса, ослабљене чврстоће на хоризонталне притиске, склона испадању и масивном шкољкању, чије силе смицања могу превазилазити отпорност заштитних конструкција. Ове појаве нарочито одликују сарматске плочасто – таблично лапоре у којима су формирана сва клизишта дунавског приобаља, па и нека велика клизишта Београда, која заправо, представљају савремене неотектонске покрете чија санација није могућа. Срећом, ови лапори лоцирани су у самој бази ископа.

- **IV комплекс** чине круте стене – у овом случају спрудни кречњак „kalkarenit“ (M_3^1), ситног до средњег зрна, карбонатне основе и везива, спорадично силификован, неуједначене чврстоће и тврдоће, најближи категорији „мек“. Вероватно, као сваки карбонатни кречњак карстификован, са кавернама и другим великим шупљинама.

6.1.4 Промене температуре и влажности тла у ископу

У отвореном ископу, све врсте тла у профилу, изложене су променама влажности и температуре. На ове промене највише утиче геотермална и сунчева енергија, и то за $1^{\circ}C$ на 33 m дубине, дневно, колебање температуре осећа се на 1.0 m (0.8 m) дубине. Промена температуре у току године, мења се са дубином. Дубина годишњег колебања износи 13.5 m. У принципу, температура униформно расте у функцији дубине.

Значајно утиче и минерални састав, одн, присуство минерала глина који могу бити нестабилни. Према природи настанка свих врста заступљеног тла, познато је да на локацији нема индиција о вулканским процесима или тлу и стенама вулканског или интрузивног порекла. Све врсте тла су копненог, а стене седиментног порекла, па све промене настају због физичких утицаја.

- **У комплексу I** само највиши члан, падински лес (Q_21), при изложености повећаној температури не показује ни скупљање ни пукотине сушења, осим повећане проветрености. У случају снажних падавина, дубина површинске инфилтрације воде је макс. до 1.0 m за неколико сати трајања падавина. Процедна моћ тла је значајна и тај ниво у року од 2

часа остаје сув и прашинаст. Услед трајног влажења или под дејством воде под притиском, настаје лом тла због хемијског растварања.

Доња два члана, готово да су инертна кад су у питању температурне промене, док на повећану влажност реагују само у зони изнад нивоа воде, слично лесу.

У комплексу II, у тлу стално засићеном водом, нема промена температуре и влажности у случају отварања. Након црпљења воде и просушивања, тло се скупља и повећава чврстоћу, али се и брзо враћа у првобитно стање нормално консолидованог тла, након поновног водозасићења.

- **У комплексу III**, главни утицај има накнадни контакт са водом, чиме се активирају високо бубриви минерали, запремина тла се повећава, а понегде процес бубрења се не зауставља ни након повећања запремине од 100 %. Такво тло испада у отворени ископ, или се отварају процеси клизања. При изложености високој температури, ово тло се скупља, при чему се значајно повећава чврстоћа, али се формирају и пукотине скупљања. Повраћај у првобитно стање пластичности је двоструко спорији.
- **У комплексу IV** нема услова за промене због утицаја наведених агенаса и ове стене се сматрају потпуно инертним.

У целости посматрано, дубоки ископ изведен као широки без заштите у наведеним врстама тла, није безбедан, не само због близине околних објеката, већ и због ризика дезинтеграције, рушења структуре или одрона и испадања.

6.1.5 Савремени геодинамички процеси

Нема регистрованих или видљивих геолошких процеса на локацији, већ они могу бити последица дуготрајних дејстава, не само наведених агенаса, већ нарочито непримерених заштитних конструкција на широком ископу. Нарочито је тај ризик присутан због тога што је локација у ножици падине, па било какви покрети на ископу могу условити прерасподелу маса и у вишем, падинском делу који је запоседнут објектима.

Посебан проблем представља чињеница да је миоценски глиновито – лапоровито масив ($M_3^{1,2}$), као најсклонији променама и најризичнији по питању хоризонталне стабилности, на горњем делу падине плићи, па самим тим и изложенији напонима напрезања након вађења тла из ископа. Из тог разлога, методологија заштите ископа и адекватне конструкције, најважнији су услов сигурности локације за време извођења радова.

6.1.6 Отпорност тла (стене) у односу на технологију ископа

Према GN – 200 класификацији тла, сва квартарна тла спадају у групе I – II. Ова тла су мека, порозна, углавном нису лепљива, млађа се не ваљају, а старија су нешто жилавија. Отпорност тла на притисак алата је углавном испод 50.0 - 80.0 kPa. За стену попут спрудног карбонатног кречњака, узима се вредност од 8.000 – 15.000 kPa. За силификоване интервале 50.000 – 100.000 kPa.

6.1.7 Стање подземних вода и услови црљења или понирања вода

Испитивања и осматрања подземне воде обухватила су само горњу, фреатску издан која је формирана у квартарним наслагама. По општим хидрогеолошким особинама, то је издан мале пропусне моћи и релативно ниског коефицијента водопропустљивости. Међутим, није познат капацитет гравитационог прилива воде са падине, нити су познате везе са доњом, по свој прилици, снажном издани формираној у кречњачком масиву.

Измерени нивои подземне воде варирају од 6.0 – 8.0 m, а на околним локацијама, раније истраживаним, ниво воде је углавном између 6.5 – 12.0 m дубине.

Црљење воде из ископа мора се обављати сукцесивно, у интервалима и у складу са фазама израде заштитне конструкције ископа. Није препоручљиво нагло пражњење ископа од воде. Најбоље је стално праћење издизања нивоа у складу са потребама ослобађања простора од воде, одн, радова бетонириња или изградње било каквих конструкција. Нису познати ефекти црљења воде на суседне објекте, с обзиром да су они високо изнад сталног нивоа воде.

Упуштање воде у подземље лако је изводљиво, с обзиром да је дубина јако водопрпусног кречњака 17.0 – 20.0 m. Потребно је само да конструкција бунара сеже до кречњачког масива. Такође, непознати су ефекти накнадног издизања воде након упуштања, јер је већ утврђено да је доња издан врло продуктивна. Али, поставља се питање како Закон о заштити животне средине третира тај проблем.

6.1.8 Промене порног притиска при црљењу воде

У случају црљења воде из ископа, због разлике у нивоу воде у ископу и ван њега, потребно је у пројектном решењу заштите ископа дефинисати ову проблематику.

6.1.9 Потенцијали интеракције са суседним објектима

Овај аспект мора се разматрати за конкретан случај, с обзиром да су напонска стања значајно зависна од низа елемената тла и стена, као реалних средина. При том нема теоријских и практичних правила, већ се увек анализира, осматра и тестира подручје посматрања у одређеној размери, где се утврђују:

- чврстоћа;
- деформабилност;
- влажност,
- порозност;
- испуцалост;
- статистичка хомогеност;
- анизотропија
- водопропустљивост и др.

Наведене карактеристике тла и стена одређују примарна напонска стања у тлу које је понекад блиско чврстоћи тла, па је масив у граничном стању равнотеже, што може довести до лома тла. Секундарно напонско стање настаје дејством радова у тлу, а има локални карактер. У овом случају ископа за хотел, тај простор је значајан и далеко већи од зоне откопа, тунела или сл. Зоне растерећења овде не обухватају само површинску зону, већ сежу и у дубину.

Вертикална компонента напона пропорционална је дубини, одн, тежини надслоја у посматраној тачки. Тачније, напони су у свим правцима подједнаки, односно, стање напона сматра се хидростатичим, или бар, хоризонтални напон представља само један део вертикалног, и не може бити већи од њега. С обзиром да је локација ножица широке падине, теоријски, утицај вертикалних напона по ширини на локацији износи и до $6b$ (ширина падине).

Међутим, како се локација, без обзира на разне секундарне разлике појединих литолошких типова, може сматрати хомогеном, изотропном и еластичном, простирање напона у њој, бар у кварталном нивоу, врши се под другим условима, где настају само напони притиска, а напони затезања изостају.

Интеракција геолошке средине и објеката манифестује се од почетка градње, па током читавог периода коришћења објекта. Циљ заштите ископа и одабраног подградног система је стварање „statusa quo“ примарних напонских стања.

6.1.10 Услови заштите темеља суседних објеката

Пре почетка градње евидентирана је структура свих објеката, број етажа, подрума, као и сва затечена оштећења. Све постојеће зграде су предратне градње, углавном са оштећењима на спољним и унутрашњим зидовима. Оштећења на носећим стубовима и зидовима су ређа.

Најзначајнија оштећења су на објекту у ул. Краља Милутина бр. 12, а који тангира ископ „Хилтон“, за која станари тврде да су настала приликом изградње шипова на мањим, једноспратним дворишним објектима уз дворишну линију регулације ка ул. Његошевој.

На овом објекту евидентирани су значајне пукотине на степенишном подесту улаза, подрумског степенишног крака и на поду и зидовима подрума, као и на плафону подрума у зони једног стуба и великој површини таванице. У том делу видљиви су и значајни нагиби у поду, као и огољена арматура и испадање малтера. Међутим, ова зграда је и надзидана 2004. године једним спратом и поткровљем.

Такође, на контакту сокле и терена, у зони олука, на истом углу зграде, постоји оштећење типа дробљења на сокли.

Сви наведени објекти имају претежна оштећења од старости, осим зграде у Краља Милутина бр. 12, чије деформације потичу од допунских оптерећења од надзиђивања и велике конструктивне интервенције. Нема објашњења за тврдњу да су оштећења настала од шипирања суседа, за шта је потребна експертиза конструкције.

Треба напоменути да највећи број зграда које тангирају ископ има подрумске етажне. Практично, ископ тангирају две дворишне зграде наспрам ул. Његошеве за чије су темеље изведени мега – шипови. На овим зградама нема никаквих видљивих деформација.

6.1.11 Услови заштите ископа

Усвојено је решење које захтева да се објекат гради у отвореном ископу. А то подразумева да основна конструкција обезбеђења буду дијафрагме по обиму темељне јаме, у оквиру катастарске парцеле, које се током ископа разупиру.

Усвојене су дијафрагме дебљине 60.0 см. Дубина дијафрагми је одређена тако да се дно дијафрагми завршава на почетку слоја кречњака, али за потребе овог рада, урађен је прорачун активних и пасивних притисака тла који одступа од реалног стања.

Дијафрагме формирају условно водонепропусну завесу. Могућа су мања процуривања воде на спојевима дијафрагми или местима евентуалне сегрегације (што је недозвољено). После ископа лице дијафрагми се обрађује тако да нема неравнина и да може бити квалитетна подлога хидроизолацији.

Између дијафрагми, на растојањима од приближно 15.00 m су депресиони бунари. Депресиони бунари имају задатак да ниво подземне воде у току грађења држе на прописаним нивоима.

Прорачуном је показано да се по бунару може очекивати прилив воде реда величине 6.0 l/min, па су предвиђене пумпе капацитета 10.0 l/min. Количина подземне воде је директно зависна од количине падавина.

Инсталација бунара је трајна инсталација. Очекује се да током времена подземна вода нађе своје путеве те да се рад бунара сведе на минимум. Вода из бунара се може користити као техничка вода.

6.1.12 Анализа стабилности дијафрагме

Основна улога дијафрагме је да прима бочне притиске тла. Слично као и код потпорних зидова, али је знатна разлика у потпунку прорачуна. Ова разлика проистиче из претпоставки које се усвајају приликом прорачуна дијафрагме:

- дијафрагме су деформабилни гредни носачи;
- стабилност дијафрагме је условљена величином пасивног притиска тла;
- сопствена тежина дијафрагме се релативно мала па се занемарује приликом анализе стабилност.

Сагласно Ранкиновим условима активне и пасивне равнотеже тла, величина бочних притисака који делују на дијафрагму се одређује уз претпоставку да је треће између дијафрагме и тла једнак нули. Геостатичким прорачуном дијафрагме одређује се:

- Дубина фундирања дијафрагме која обезбеђује њен бочни ослонац у тлу како не би дошло до њеног хоризонтлног померања или претурања;
- Величина сила у анкеру или разупирачу, уколико је дијафрагма ослоњена на њих.

7. ГЕОТЕХНИЧКИ МОДЕЛ ТЕРЕНА

Детаљни описи својстава и карактеристика врста тла, од значаја за оцену геотехничких услова изградње објеката, дати су у поглављу 6. У табели бр. 25 приказани су параметри који дефинишу слојеве терена у којем се фундира објекат.

Табела бр. 25 - Параметри

Ознака слоја	Просечна дебљина слоја (m)	Запреминска тежина γ (kN/m ³)	Угао унутрашњег трења φ' (°)	Кохезија тла c' (kN/m ²)	Модул стишљивости M_s/E_d (kN/m ²)
Лесна прашинаста, слабо песковита глина ($Q_2 I$)	4.0	18.6	24	24	4600
Барски лес ($Q_2 I^*$)	3.1	19.2	16	28	4000
Делувијалне прашинасте глине (Q_{2dl})	3.2	19.3	18	20	7500

Делувијално – пролувијалне песковите прашине (Q_{dpr})	2.9	19.0	20	25	8000
Лапоровите глине и лапори (M_3^2GL)	2.0	18.5	16	35	8500
Табличасти лапори (M_3^1L)	1.5	19.0	20	30	12000
Спрудни кречњак ($M_3^1к$)	Више од 10.0	20.5	38	400	-

7.1 Основне техничке карактеристике објекта

Објекат хотела “Хилтон” је пројектован тако да се састоји од четири подземне етаже, приземља, седам надземних нивоа и кровне конструкције.

Конструкција објекта је армиранобетонска, монолитна. Геометрија објекта је таква да су подземне етаже у оквиру регулационих линија, а од нивоа пода приземља објекат се повлачи на задате габарите.

Подземна конструкција садржи гараже и техничке просторе неопходне за функционисање хотела и пратећих садржаја. Спратна висина подземних етажа је 3.10 m. Кота конструкције пода нивоа -4 је -12.50 m = 104.60 mnv. Објекат се фундаира на темељној плочи дебљине 70.0 cm са контра капителима на местима стубова.

По завршеном ископу формирају се следећи слојеви идући одоздо на горе: тампон од природно гранулисаног шљунка $d = 20.0$ cm, подлога хидроизолације $d = 8.0$ cm, хидроизолација, заштита хидроизолације $d = 4.0$ cm и темељна плоча. Кота ископа је -13.52 (103.58 mnv.)

7.2 Прорачун граничне носивости и слегања тла

Према Еврокоду Е – 07 извршена је анализа граничних стања носивости (ULS) и употребљивости (SLS). Према националном анексу НА СРПС ЕН 1997:1/НА из 2020.г. за плитке темеље се користи прорачунски приступ DA 3 са припадајућим коефицијентима сигурности. Приликом разматрања граничног стања лома, односно недозвољених деформација темеља или неког дела конструкције или дела терена (STR и GEO), треба проверити дејства Е која не треба да угрожавају:

отпорност конструкције или њених делова R,

$$E_d \leq R_d$$

односно употребљивост конструкције или њених делова C_d .

$$E_d \leq C_d$$

Слегања тла срачуната су са преовађујућим фактором утицаја модула стишљивости природног тла. Резултати прорачуна представљају деформације консолидационог слегања које се у тлу одвија кроз време.

За израду геостатичких прорачуна, издвојени су распони најчесталијих величина параметара тла у коме се изводи темељење објекта, и у коме се реализују већински напони од објекта, као и доњег тла у коме се осећа делимични утицај напона. То су параметри тла приказани у табели 25.

За прорачуне стабилности објекта, поред параметара тла, значајни су и висински и димензиони елементи темељења:

Висински елементи објекта:

- кота пода приземља + 0.00 m;
- кота дна темеља - 104.0 m;
- дебљина темељне плоче 0.70 m;
- димензије темељне плоче: 87.6 x 71.0 m
- оптерећење од објекта: 200 kN/m²
- дубина фундарања: 13.10 m

Резултати прорачуна су:

Прорачунска носивост темељног тла $R_d = 26\ 216\ \text{kPa}$

Екстремни контактни напон $\sigma = 212\ \text{kPa}$

Слегање тла = 0 cm

За геостатичку анализу усвојено је оптерећење $\sigma = 200\ \text{kN/m}^2$ које делује на темељну плочу површине $6.220\ \text{m}^2$.

Из прорачуна следи да је темељење објекта могуће директно у тлу које на коти темеља није засићено водом. Није неопходна санација тла израдом тампонских слојева, већ је потребна само израда изравнавајућег слоја дебљине до 20 cm, од шљунка или агрегата који треба да има збијеност од 15 – 20 MPa.

Треба напоменути да се у самом прорачуну не приказује растерећење тла, али га рачуна, а у овом случају износи око 235 kPa, што значи да је растерећење веће од оптерећења и зато нема слегања.

Прорачун граничне носивости и слегања тла спроведен у лиценцираном програму ГЕО 5-плитко фундарање (spread footing).

7.3 Прорачун бочних притисака тла на конзолну дијафрагму

У овом раду је приказан прорачун конзолне дијафрагме. У поступку прорачуна претпоставља се да се под дејством бочних притисака дијафрагма ротира око тачке Н која се налази нешто изнад ножице дијафрагме. Овај тип деформације изазива активне и пасивне притиске тла са обе стране дијафрагме. Код одређивања силе пасивног притиска испред зида усваја се фактор сигурности најчешће $F_s = 2.0$. На тај начин се умањују померања зида потребна за реализацију пасивног отпора тла. Да би добили што једноставније решење, претпоставка је да притисци тла који настају испод тачке ротације зида делује у тачки Н, тако да је рачунска дубина фундарања $I = HG$.

При постављању услова равнотеже, занемарује се дужина HI , па се добијена дубина фундарања дијафрагме повећава за 20%.

Треба напоменути да је током прорачуна усвојено да на површини делује равномерно оптерећење од објекта од 50 кПа. Подземна вода је укључена у сам прорачун и јавља се на шестом метру од површине терена (тачка С).

Резултати прорачуна показују да дубина фундарања дијафрагме износи 4.95 m, што значи да ће бити фундиран у стени и самим тим нема потребе за анализом стабилности дијафрагме са анкером, него је предлог да се ради варијанта фазног ископа темељне јаме уз фазно разупирање дијафрагме хоризонталним челичним разупирачима. То значи да се за обостране ослонце разупирача користе дијафрагме, а као додатни једностранни ослонци – већ изведени подземни делови објекта. С обзиром да на неким деловима дубина темељног ископа иде и до 15 m, препорука је да се ради пет фаза ископа са разупирањем, али крајње решење ипак даје одговорни пројектант пројекта за заштиту темељног ископа.

Прорачун бочних притисака на конзолну дијафрагму је приказан иза текста у одељку „Геостатички прорачуни“.

Приказ геотехничког модела за анализу стабилности конзолне дијафрагме и дијаграм активних и пасивних притисака који делују на исту, приказани су иза прорачуна.

8. ЗАКЉУЧАК

Због недостатка паркинг места, као и услова пројектовања, хотел „Хилтон“ је изграђен са 4 подземне етаже који сам по себи представља значајан геотехнички ризик због различитих фактора који могу угрозити стабилност и безбедност самог ископа као и околних објеката. У урбаним зонама, где су зграде распоређене једна поред друге, свако мало померање тла може довести до њиховог оштећења или чак колапса. Исто тако, појава неочекиваних подземних вода, које могу довести до поплаве ископа и додатног смањења носивости тла, затим вибрација машина на градилишту исто могу да утичу на стабилност околних објеката, нарочито ако су у питању стари и заштићени објекти. Може да дође до пуцања инсталација, као што су водоводне и канализационе цеви и тиме да проузрокује додатну штету, а нарочито ако је објекат фундиран у лесу као што су објекти око хотела „Хилтон“.

Због свих ових фактора, пројектовање и извођење дубоких ископа у урбаним срединама мора бити пажљиво планирано уз геотехничке анализе које укључују све аспекте безбедности и заштите околине.

Место и датум:
У Београду,
Децембар 2024.

Обрадила и припремила:
Александра Комад Вучковић
Г618/23

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ћорић Слободан – Геостатички прорачуни, прво издање, Београд 2021.
2. Ракић Драгослав – презентације курса „Фундирање 2“, Рударско – геолошки факултет, Универзитет у Београду

Коришћени извори са интернет страница:

- www.geosrbija.rs

ГЕОСТАТИЧКИ ПРОРАЧУНИ

- **Прорачунска носивост темељног тла и слегање по ГЕО5**
- **Анализа стабилности конзлоне дијафрагме**

Proračun temeljne ploče

Ulazni podaci

Zadatak : Hotel Hilton
Korisnik : Aleksandra Komad Vuckovic
Datum : 16-Oct-24

Postavke

Standard - EN 1997 - DA3

Materijali i standardi

Betonske konstrukcije : EN 1992-1-1 (EC2)
Koeficijenti EN 1992-1-1 : standard
Smicanje kružnog betonskog šipa : pojednostavljena metoda

Sleganje

Metoda proračuna : Proračun koristeći edometarski modul
Ograničenje uticajne zone : prema procentu Sigma,Or
Koeficijent ograničenja uticajne zone : 10.0 [%]




Plitko fundiranje





Metoda provere : prema EN 1997
Proračun za drenirane uslove : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)
Proračun uzgona : Standard
Dozvoljena ekscentričnost : 0.333
Proračunski pristup : 3 - faktorisanje dejstava (GEO, STR) i redukovanje parametara tla

Parcijalni faktori za dejstva (A)					
Stalna proračunska situacija					
Stanje STR			Stanje GEO		
		Nepovoljno	Povoljno	Nepovoljno	Povoljno
Stalna dejstva :	$\gamma_G =$	1.35 [-]	1.00 [-]	1.00 [-]	1.00 [-]

Parcijalni faktori za parametre tla (M)			
Stalna proračunska situacija			
Parcijalni faktor za ugao unutrašnjeg trenja :	$\gamma_\phi =$	1.25 [-]	
Parcijalni faktor za efektivnu koheziju :	$\gamma_c =$	1.25 [-]	
Parcijalni faktor za nedreniranu smičuću čvrstoću :	$\gamma_{cu} =$	1.40 [-]	
Parcijalni faktor sigurnosti za rezultat opita pritiskne čvrstoće :	$\gamma_v =$	1.40 [-]	

Osnovni parametri tla

Br.	Naziv	Šrafura	Φ_{ef} [°]	C_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Les		24.00	24.00	18.60	9.00	
2	Barski les		16.00	28.00	19.20	10.00	
3	Q2dl		18.00	20.00	19.30	10.00	

Br.	Naziv	Šrafura	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
4	Q1dpr		20.00	25.00	19.00	9.50	
5	M32gl		16.00	35.00	18.50	9.00	
6	M32l		20.00	30.00	19.00	10.00	
7	M31k		38.00	400.00	20.50	11.00	

Sva tla se smatraju nekoherentnim za proračun pritiska tla u mirovanju.

Parametri tla

Les

Zapreminska težina :	γ	=	18.60 kN/m ³
Ugao unutrašnjeg trenja :	φ_{ef}	=	24.00 °
Kohezija tla :	c_{ef}	=	24.00 kPa
Edometarski modul :	E_{oed}	=	4.60 MPa
Zapreminska težina u zasićenom stanju :	γ_{sat}	=	19.00 kN/m ³

Barski les

Zapreminska težina :	γ	=	19.20 kN/m ³
Ugao unutrašnjeg trenja :	φ_{ef}	=	16.00 °
Kohezija tla :	c_{ef}	=	28.00 kPa
Edometarski modul :	E_{oed}	=	4.00 MPa
Zapreminska težina u zasićenom stanju :	γ_{sat}	=	20.00 kN/m ³

Q2dl

Zapreminska težina :	γ	=	19.30 kN/m ³
Ugao unutrašnjeg trenja :	φ_{ef}	=	18.00 °
Kohezija tla :	c_{ef}	=	20.00 kPa
Edometarski modul :	E_{oed}	=	7.50 MPa
Zapreminska težina u zasićenom stanju :	γ_{sat}	=	20.00 kN/m ³

Q1dpr

Zapreminska težina :	γ	=	19.00 kN/m ³
Ugao unutrašnjeg trenja :	φ_{ef}	=	20.00 °
Kohezija tla :	c_{ef}	=	25.00 kPa
Edometarski modul :	E_{oed}	=	8.00 MPa
Zapreminska težina u zasićenom stanju :	γ_{sat}	=	19.50 kN/m ³

M32gl

Zapreminska težina :	γ	=	18.50 kN/m ³
Ugao unutrašnjeg trenja :	φ_{ef}	=	16.00 °
Kohezija tla :	c_{ef}	=	35.00 kPa
Edometarski modul :	E_{oed}	=	8.50 MPa

Zapreminska težina u zasićenom stanju : $\gamma_{\text{sat}} = 19.00 \text{ kN/m}^3$

M32l

Zapreminska težina : $\gamma = 19.00 \text{ kN/m}^3$
 Ugao unutrašnjeg trenja : $\varphi_{\text{ef}} = 20.00^\circ$
 Kohezija tla : $c_{\text{ef}} = 30.00 \text{ kPa}$
 Edometarski modul : $E_{\text{oed}} = 12.00 \text{ MPa}$
 Zapreminska težina u zasićenom stanju : $\gamma_{\text{sat}} = 20.00 \text{ kN/m}^3$

M31k

Zapreminska težina : $\gamma = 20.50 \text{ kN/m}^3$
 Ugao unutrašnjeg trenja : $\varphi_{\text{ef}} = 38.00^\circ$
 Kohezija tla : $c_{\text{ef}} = 400.00 \text{ kPa}$
 Edometarski modul : $E_{\text{oed}} = 100.00 \text{ MPa}$
 Zapreminska težina u zasićenom stanju : $\gamma_{\text{sat}} = 21.00 \text{ kN/m}^3$

Temelj**Tip temelja: temeljna ploča**

Dubina od površine originalnog terena $h_z = 13.10 \text{ m}$
 Dubina fundiranja $d = 13.10 \text{ m}$
 Debljina temelja $t = 0.70 \text{ m}$
 Nagib terena nakon izvođenja $s_1 = 0.00^\circ$
 Nagib dna temelja $s_2 = 0.00^\circ$

Nadsloj tla

Tip: unos zapreminske težine

Zapreminska težina tla iznad temelja = 20.00 kN/m^3

Geometrija konstrukcije**Tip temelja: temeljna ploča**

Dužina temelja samca $x = 87.60 \text{ m}$
 Širina temelja samca $y = 71.00 \text{ m}$
 Oblik stuba pravougaonik
 Širina stuba u x pravcu $c_x = 87.60 \text{ m}$
 Širina stuba u y pravcu $c_y = 71.00 \text{ m}$

Zapremina temelja samca = 4353.72 m^3
 Zapremina iskopa = 81476.76 m^3
 Zapremina nasutog materijala = 0.00 m^3

Materijal konstrukcije

Zapreminska težina $\gamma = 23.00 \text{ kN/m}^3$

Proračun betonske konstrukcije sproveden prema standardu EN 1992-1-1 (EC2).

Beton: C 25/30

Čvrstoća na pritisak cilindra $f_{\text{ck}} = 25.00 \text{ MPa}$
 Čvrstoća na zatezanje $f_{\text{ctm}} = 2.60 \text{ MPa}$
 Modul elastičnosti $E_{\text{cm}} = 31000.00 \text{ MPa}$

Podužna armatura: B500B

Granica razvlačenja $f_{\text{yk}} = 500.00 \text{ MPa}$

Poprečna armatura: B500B

Granica razvlačenja

$f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$

Geološki profil i zadata tla**Informacije o poziciji**

Visinska kota terena = 117.10 m

Geološki profil i zadata tla

Br.	Debljina sloja t [m]	Dubina z [m]	Nadmorska visina [m]	Zadato tlo	Šrafura
1	4.00	0.00 .. 4.00	117.10 .. 113.10	Les	
2	3.20	4.00 .. 7.20	113.10 .. 109.90	Barski les	
3	2.90	7.20 .. 10.10	109.90 .. 107.00	Q2dl	
4	2.00	10.10 .. 12.10	107.00 .. 105.00	Q1dpr	
5	1.50	12.10 .. 13.60	105.00 .. 103.50	M32gl	
6	10.00	13.60 .. 23.60	103.50 .. 93.50	M32l	
7	-	23.60 .. ∞	93.50 .. -	M31k	

Opterećenje

Br.	Opterećenje		Naziv	Tip	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
	ново	izmenjeno							
1	Da		Opterećenje br. 1	Proračunsko	1244000.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Da		Opterećenje br. 1 - eksploatacija	Eksploataciono	888571.43	0.00	0.00	0.00	0.00

NPV + nestišljiv sloj tla

Nivo podzemne vode je na dubini od 6.00 m od površine terena.

Nestišljiv sloj tla je na dubini od 13.60 m od površine terena.

Globalna podešavanja

Tip proračuna : proračun za drenirane uslove

Postavke proračunske situacije

Proračunska situacija : stalna

Provera Br. 1**Provera slučaja opterećenja**

Naziv	Sop. tež. povoljno	e _x [m]	e _y [m]	σ [kPa]	R _d [kPa]	Iskorišćenost [%]	Zadovoljava
Opterećenje br. 1	Da	0.00	0.00	209.11	26216.42	0.80	Da
Opterećenje br. 1	Ne	0.00	0.00	212.30	26216.42	0.81	Da

Proračun nosivosti - parcijalni rezultati

$\varphi_d = 30.950^\circ$

$c_d = 301.374 \text{ kPa}$

$\gamma_{1prum} = 13.878 \text{ kN/m}^3$

$$\begin{aligned}
 Y_{2prum} &= 10.864 \text{ kN/m}^3 \\
 b_{ef} &= 71.000 \text{ m} \\
 N_q &= 20.511 \\
 N_c &= 32.537 \\
 N_\gamma &= 23.401 \\
 s_q &= 1.417 \\
 s_c &= 1.438 \\
 s_\gamma &= 0.757 \\
 d_q &= 1.000 \\
 d_c &= 1.000 \\
 d_\gamma &= 1.000 \\
 i_q &= 1.000 \\
 i_c &= 1.000 \\
 i_\gamma &= 1.000 \\
 b_q &= 1.000 \\
 b_c &= 1.000 \\
 b_\gamma &= 1.000 \\
 g_q &= 1.000 \\
 g_c &= 1.000 \\
 g_\gamma &= 1.000 \\
 R_d &= 26216.424 \text{ kPa}
 \end{aligned}$$

Proračun je sproveden sa automatskim odabirom najnepovoljnijeg slučaja opterećenja.

Izračunata težina temelja samca $G = 76407.79 \text{ kN}$

Izračunata težina nasipa preko temelja $Z = 0.00 \text{ kN}$

Provera vertikalne nosivosti

Oblik raspodele kontaktnog napona : pravougaoni

Merodavna KO Br. 1. (Opterećenje br. 1)

Parametri klizne površi ispod temelja:

Dubina klizne površi $z_{sp} = 135.00 \text{ m}$

Dužina klizne površi $l_{sp} = 444.32 \text{ m}$

Proračunska nosivost temeljnog tla $R_d = 26216.42 \text{ kPa}$

Ekstremni kontaktni napon $\sigma = 212.30 \text{ kPa}$

Nosivost u vertikalnom pravcu ZADOVOLJAVA

Provera ekscentriciteta sile

Maksimalni ekscentricitet u pravcu dužine stope $e_x = 0.000 < 0.333$

Maksimalni ekscentricitet u pravcu širine stope $e_y = 0.000 < 0.333$

Max. ukupni ekscentricitet $e_t = 0.000 < 0.333$

Ekscentricitet sile ZADOVOLJAVA

Provera horizontalne nosivosti

Merodavna KO Br. 1. (Opterećenje br. 1)

Otpornost tla: u miru

Proračunata veličina otpora tla $S_{pd} = 6431.55 \text{ kN}$

Horizontalna nosivost $R_{dh} = 478932.81 \text{ kN}$

Ekstremna horizontalna sila $H = 0.00 \text{ kN}$

Nosivost u horizontalnom pravcu ZADOVOLJAVA**Nosivost temelja ZADOVOLJAVA****Provera Br. 1****Sleganje i rotacija temelja - ulazni podaci**

Proračun je sproveden sa automatskim odabirom najnepovoljnijeg slučaja opterećenja.

Proračun je sproveden uzimajući u obzir koeficijent κ_1 (uticaj dubine temelja).

Proračun je sproveden uzimajući u obzir koeficijent κ_2 (uticaj nestišljivog tla).

Napon u temeljnoj spojnici se razmatra od kote izvedenog terena.

Izračunata težina temelja samca $G = 56598.36$ kN

Izračunata težina nasipa preko temelja $Z = 0.00$ kN

Sleganje i rotacija temelja - parcijalni rezultati

Sloj Br.	Početak [m]	Kraj [m]	Debljina [m]	E_{def} [MPa]	σ_{or} [kPa]	$\Delta\sigma_z$ [kPa]	Sleganje [mm]
1	13.10	13.11	0.01	3.97	181.85	0.01	0.00

Sleganje srednje tačke ivice x - 1 = 0.0 mm

Sleganje srednje tačke ivice x - 2 = 0.0 mm

Sleganje srednje tačke ivice y - 1 = 0.0 mm

Sleganje srednje tačke ivice y - 2 = 0.0 mm

Sleganje tačke u sredini temelja = 0.0 mm

Sleganje karakteristične tačke = 0.0 mm

(1-max.pritisnuta ivica; 2-min.pritisnuta ivica)

Sleganje i rotacija temelja - rezultati**Krutost temelja:**

Izračunati ponderisani prosečni modul deformacije $E_{def} = 3.97$ MPa

Temelj je deformabilan u podužnom pravcu ($k=0.00$)

Temelj je deformabilan po širini ($k=0.01$)

Provera ekscentriciteta sile

Maksimalni ekscentricitet u pravcu dužine stope $e_x = 0.000 < 0.333$

Maksimalni ekscentricitet u pravcu širine stope $e_y = 0.000 < 0.333$

Max. ukupni ekscentricitet $e_t = 0.000 < 0.333$

Ekscentricitet sile ZADOVOLJAVA**Ukupno sleganje i rotacija temelja:**

Sleganje temelja = 0.0 mm

Dubina uticajne zone = 0.01 m

Rotacija u pravcu x = 0.000 (tan*1000); (0.0E+00 °)

Rotacija u pravcu y = 0.000 (tan*1000); (0.0E+00 °)

Dimenzionisanje Br. 1

Proračun je sproveden sa automatskim odabirom najnepovoljnijeg slučaja opterećenja.

Provera podužne armature temelja u pravcu x

$0.00 \text{ m} \leq 0.35 \text{ m}$

Maksimalni prepust temelja je manji od $0.50 \cdot$ debljine temelja. Nije potrebna armatura.

Provera podužne armature temelja u pravcu y

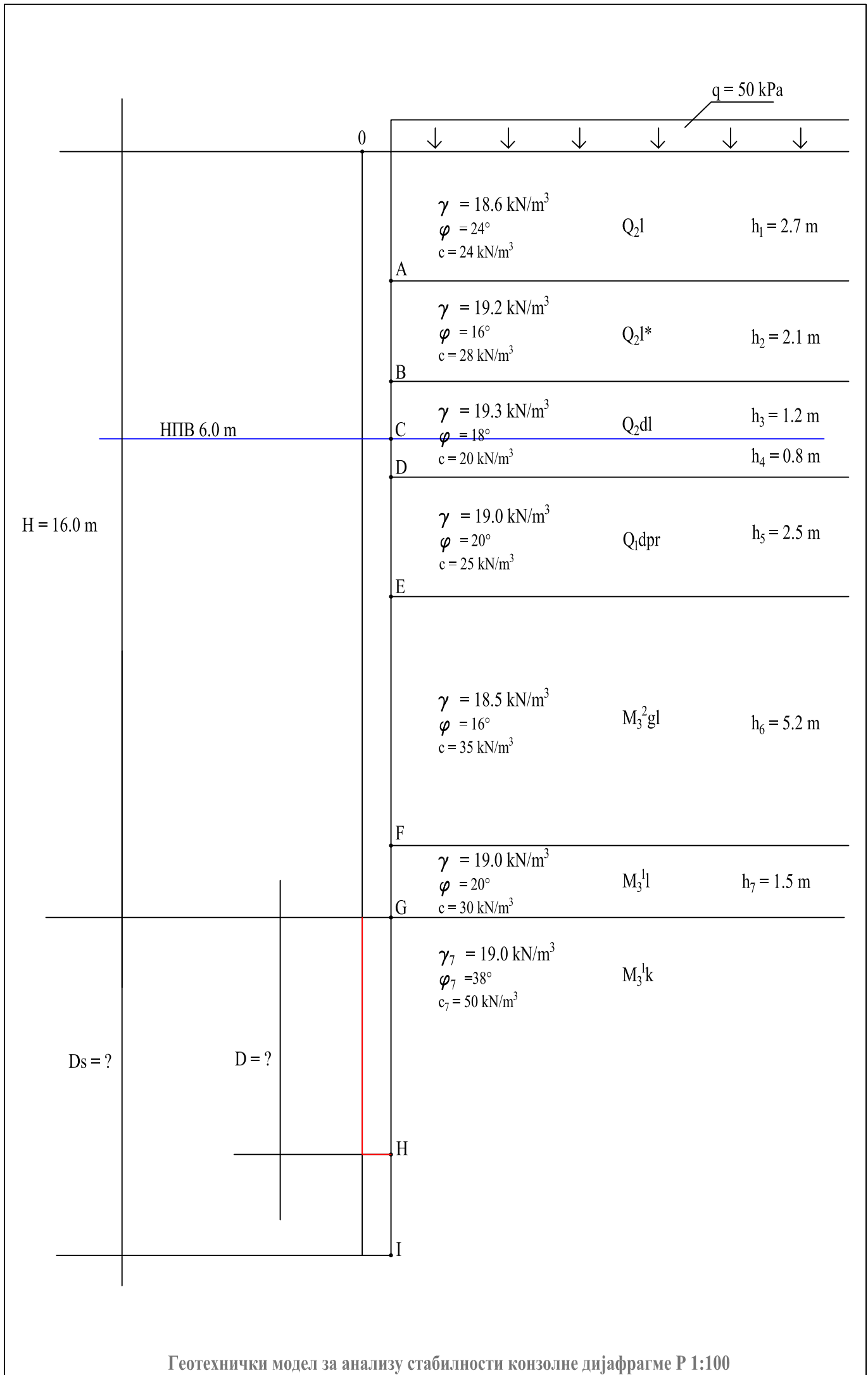
$0.00 \text{ m} \leq 0.35 \text{ m}$

Maksimalni prepust temelja je manji od $0.50 \cdot$ debljine temelja. Nije potrebna armatura.

Provera temelja samca na proboj

Dužina kritičnog preseka je jednaka nuli.

Provera temelja samca na proboj ZADOVOLJAVA



Геотехнички модел за анализу стабилности конзолне дијафрагме Р 1:100

ПРОРАЧУН СТАБИЛНОСТИ КОНЗОЛНЕ ДИЈАФРАГМЕ

Прорачун активног притиска са десне стране дијафрагме:

- Коэффициенти активног притиска тла:

$$k_{a1} = \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi_1}{2} \right) = \operatorname{tg}^2 (45 - 12) = 0.422 \rightarrow \sqrt{k_{a1}} = 0.65$$

$$k_{a2} = \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi_2}{2} \right) = \operatorname{tg}^2 (45 - 8) = 0.568 \rightarrow \sqrt{k_{a2}} = 0.754$$

$$k_{a3} = \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi_3}{2} \right) = \operatorname{tg}^2 (45 - 9) = 0.528 \rightarrow \sqrt{k_{a3}} = 0.727$$

$$k_{a4} = \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi_4}{2} \right) = \operatorname{tg}^2 (45 - 10) = 0.490 \rightarrow \sqrt{k_{a4}} = 0.7$$

$$k_{a5} = \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi_5}{2} \right) = \operatorname{tg}^2 (45 - 8) = 0.568 \rightarrow \sqrt{k_{a5}} = 0.754$$

$$k_{a6} = \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi_6}{2} \right) = \operatorname{tg}^2 (45 - 10) = 0.490 \rightarrow \sqrt{k_{a6}} = 0.7$$

$$k_{a7} = \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi_7}{2} \right) = \operatorname{tg}^2 (45 - 19) = 0.238 \rightarrow \sqrt{k_{a7}} = 0.488$$

- Прорачун активног притиска тла:

$$\sigma_{v0} = q = \mathbf{50 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_{H0} = \sigma_{v0} * k_{a1} = 50 * 0.422 = \mathbf{21.1 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_{vA} = \sigma_{v0} + \gamma_1 * h_1 = 50 + 18.6 * 2.7 = \mathbf{100.22 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_{HA}^g = \sigma_{vA} * k_{a1} = 100.22 * 0.422 = \mathbf{42.31 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_{HA}^d = \sigma_{vA} * k_{a2} - 2 * c_2 * \sqrt{k_{a2}} = 100.22 * 0.568 - 2 * 28 * 0.754 = \mathbf{14.58 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_{vB} = \sigma_{vA} + \gamma_2 * h_2 = 100.22 + 16 * 2.1 = \mathbf{133.82 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_{HB}^g = \sigma_{vB} * k_{a2} - 2 * c_3 * \sqrt{k_{a2}} = 133.82 * 0.568 - 2 * 28 * 0.754 = \mathbf{33.78 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_{HB}^d = \sigma_{vB} * k_{a3} - 2 * c_3 * \sqrt{k_{a3}} = 133.82 * 0.528 - 2 * 20 * 0.727 = \mathbf{41.58 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_{vC} = \sigma_{vB} + \gamma_3 * h_3 = 133.82 + 19.3 * 1.2 = \mathbf{156.98 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_{HC}^g = \sigma_{vC} * k_{a3} - 2 * c_3 * \sqrt{k_{a3}} = 156.98 * 0.528 - 2 * 20 * 0.727 = \mathbf{53.81 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_{HC}^d = \mathbf{53.81 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_{vD} = \sigma_{vC} + \gamma_3' * h_4 = 156.98 + 9.3 * 0.8 = \mathbf{164.42 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_{HD}^g = \sigma_{vD} * k_{a3} - 2 * c_3 * \sqrt{k_{a3}} = 164.42 * 0.528 - 2 * 20 * 0.727 = \mathbf{57.73 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_{HD}^d = \sigma_{vD} * k_{a4} - 2 * c_4 * \sqrt{k_{a4}} = 164.42 * 0.490 - 2 * 25 * 0.7 = \mathbf{45.57 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_{vE} = \sigma_{vD} + \gamma_4 * h_4 = 164.42 + 9 * 2.5 = \mathbf{186.92 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_{HE}^g = \sigma_{vE} * k_{a4} - 2 * c_4 * \sqrt{k_{a4}} = 186.92 * 0.490 - 2 * 25 * 0.7 = \mathbf{56.59 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_{HE}^d = \sigma_{vE} * k_{a5} - 2 * c_5 * \sqrt{k_{a5}} = 186.92 * 0.568 - 2 * 35 * 0.754 = \mathbf{53.39 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_{vF} = \sigma_{vE} + \gamma_5 * h_5 = 186.92 + 8.5 * 5.2 = \mathbf{231.12 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_{HF}^g = \sigma_{vF} * k_{a5} - 2 * c_5 * \sqrt{k_{a5}} = 231.12 * 0.568 - 2 * 32 * 0.754 = \mathbf{83.02 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_{HF}^d = \sigma_{vF} * k_{a6} - 2 * c_6 * \sqrt{k_{a6}} = 231.12 * 0.490 - 2 * 30 * 0.7 = \mathbf{71.25 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_{vG} = \sigma_{vF} + \gamma_6 * h_6 = 231.12 + 9 * 1.5 = \mathbf{244.62 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_{HG}^g = \sigma_{vG} * k_{a6} - 2 * c_6 * \sqrt{k_{a6}} = 244.62 * 0.490 - 2 * 30 * 0.7 = \mathbf{77.86 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_{HG}^d = \sigma_{vG} * k_{a7} - 2 * c_7 * \sqrt{k_{a7}} = 244.62 * 0.238 - 2 * 50 * 0.488 = \mathbf{9.42 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_{vH} = \sigma_{vG} + \gamma_7 * D = \mathbf{244.62 + 10.5D = 296.61 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_{HH} = \sigma_{vH} * k_{a7} - 2 * c_7 * \sqrt{k_{a7}} = (244.62 + 10.5D) * 0.238 - 2 * 50 * 0.488 = 58.22 + 2.5D - 48.8 = \mathbf{2.5D + 9.42 = 21.8 \text{ kPa}}$$

- **Силе активног притиска тла и растојања њихових нападних тачака у односу на тачку G изнад ножице дијаграме**

$$E_{a1} = \sigma_{H0} * h_1 = 21.1 * 2.7 = \mathbf{56.97 \text{ kN/m'}}$$

$$d_{a1} = D + h_7 + h_6 + h_5 + h_4 + h_3 + h_2 + \frac{h_1}{2} = D + 1.5 + 5.2 + 2.5 + 0.8 + 1.2 + 2.1 + \frac{2.7}{2} = \mathbf{D + 14.65 = 19.6 \text{ m}}$$

$$E_{a2} = \frac{1}{2} * (\sigma_{HA}^g - \sigma_{H0}) * h_1 = \frac{1}{2} * (42.31 - 21.1) * 2.7 = \mathbf{57.27 \text{ kN/m'}}$$

$$d_{a2} = D + h_7 + h_6 + h_5 + h_4 + h_3 + h_2 + \frac{h_1}{3} = D + 1.5 + 5.2 + 2.5 + 0.8 + 1.2 + 2.1 + \frac{2.7}{3} = \mathbf{D + 14.2 = 19.15 \text{ m}}$$

$$E_{a3} = \sigma_{HA}^d * h_2 = 14.58 * 2.1 = \mathbf{30.62 \text{ kN/m'}}$$

$$d_{a3} = D + h_7 + h_6 + h_5 + h_4 + h_3 + \frac{h_2}{2} = D + 1.5 + 5.2 + 2.5 + 0.8 + 1.2 + \frac{2.1}{2} = \mathbf{D + 12.25 = 17.2 \text{ m}}$$

$$E_{a4} = \frac{1}{2} * (\sigma_{HB}^g - \sigma_{HA}^d) * h_2 = \frac{1}{2} * (33.78 - 14.58) * 2.1 = \mathbf{20.16 \text{ kN/m'}}$$

$$d_{a4} = D + h_7 + h_6 + h_5 + h_4 + h_3 + \frac{h_2}{3} = D + 1.5 + 5.2 + 2.5 + 0.8 + 1.2 + \frac{2.1}{3} = \mathbf{D + 11.9 = 16.85 \text{ m}}$$

$$E_{a5} = \sigma_{HB}^d * h_3 = 41.58 * 1.2 = \mathbf{49.89 \text{ kN/m'}}$$

$$d_{a5} = D + h_7 + h_6 + h_5 + h_4 + \frac{h_3}{2} = D + 1.5 + 5.2 + 2.5 + 0.8 + \frac{1.2}{2} = \mathbf{D + 10.6 = 15.55 \text{ m}}$$

$$E_{a6} = \frac{1}{2} * (\sigma_{HC}^g - \sigma_{HB}^d) * h_3 = \frac{1}{2} * (53.81 - 41.58) * 1.2 = \mathbf{7.34 \text{ kN/m'}}$$

$$d_{a6} = D + h_7 + h_6 + h_5 + h_4 + \frac{h_3}{3} = D + 1.5 + 5.2 + 2.5 + 0.8 + \frac{1.2}{3} = \mathbf{D + 10.4 = 15.35 \text{ m}}$$

$$E_{a7} = \sigma_{HC}^d * h_4 = 53.81 * 0.8 = \mathbf{43.05 \text{ kN/m'}}$$

$$d_{a7} = D + h_7 + h_6 + h_5 + \frac{h_4}{2} = D + 1.5 + 5.2 + 2.5 + \frac{0.8}{2} = \mathbf{D + 9.6 = 14.55 \text{ m}}$$

$$E_{a8} = \frac{1}{2} * (\sigma_{HD}^g - \sigma_{HC}^d) * h_4 = \frac{1}{2} * (57.73 - 53.81) * 0.8 = \mathbf{1.57 \text{ kN/m'}}$$

$$d_{a8} = D + h_7 + h_6 + h_5 + \frac{h_4}{3} = D + 1.5 + 5.2 + 2.5 + \frac{0.8}{3} = \mathbf{D + 9.47 = 14.42 \text{ m}}$$

$$E_{a9} = \sigma_{HD}^d * h_5 = 45.57 * 2.5 = \mathbf{113.92 \text{ kN/m'}}$$

$$d_{a9} = D + h_7 + h_6 + \frac{h_5}{2} = D + 1.5 + 5.2 + \frac{2.5}{2} = \mathbf{D + 7.95 = 12.9 \text{ m}}$$

$$E_{a10} = \frac{1}{2} * (\sigma_{HE}^g - \sigma_{HD}^d) * h_5 = \frac{1}{2} * (56.59 - 45.57) * 2.5 = \mathbf{13.78 \text{ kN/m'}}$$

$$d_{a10} = D + h_7 + h_6 + \frac{h_5}{3} = D + 1.5 + 5.2 + \frac{2.5}{3} = \mathbf{D + 7.53 = 12.48 \text{ m}}$$

$$E_{a11} = \sigma_{HE}^d * h_6 = 53.39 * 5.2 = \mathbf{277.63 \text{ kN/m'}}$$

$$d_{a11} = D + h_7 + \frac{h_6}{2} = D + 1.5 + \frac{5.2}{2} = \mathbf{D + 4.1 = 9.05 \text{ m}}$$

$$E_{a12} = \frac{1}{2} * (\sigma_{HF}^g - \sigma_{HE}^d) * h_6 = \frac{1}{2} * (83.02 - 53.39) * 5.2 = \mathbf{77.04 \text{ kN/m'}}$$

$$d_{a12} = D + h_7 + \frac{h_6}{3} = D + 1.5 + \frac{5.2}{3} = \mathbf{D + 3.23 = 8.18 \text{ m}}$$

$$E_{a13} = \sigma_{HF}^d * h_7 = 71.25 * 1.5 = \mathbf{106.87 \text{ kN/m'}}$$

$$da_{13} = D + \frac{h_7}{2} = D + \frac{1.5}{2} = \mathbf{D + 0.75 = 5.7 \text{ m}}$$

$$Ea_{14} = \frac{1}{2} * (\sigma_{HG}^g - \sigma_{HF}^d) * h_7 = \frac{1}{2} * (77.86 - 71.25) * 1.5 = \mathbf{4.96 \text{ kN/m}'}$$

$$da_{14} = D + \frac{h_7}{3} = D + \frac{1.5}{3} = \mathbf{D + 0.5 = 5.45 \text{ m}}$$

$$Ea_{15} = \sigma_{HG}^g * D = \mathbf{77.86 D = 385.48 \text{ kN/m}'}$$

$$da_{15} = \frac{D}{2} = \mathbf{2.48 \text{ m}}$$

$$Ea_{16} = \frac{1}{2} * (\sigma_{HH} - \sigma_{HG}^d) * D = \frac{1}{2} * (2.5D + 9.42 - 9.42) * D = \mathbf{1.25D^2}$$

$$da_{16} = \frac{D}{3} = \mathbf{1.65 \text{ m}}$$

Прорачун пасивног притиска тла са леве стране дијафрагме

- Коефицијент пасивног притиска тла:

$$kp_7 = \text{tg}^2 * (45 + \frac{\varphi_7}{2}) = \text{tg}^2 * (45 + \frac{38}{2}) = \mathbf{4.2}$$

- Прорачун пасивног притиска тла:

$$\sigma_{vG} = 0 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{Hp}^G = 2 * c_7 * \sqrt{kp_7} = 2 * 400 * 2.05 = \mathbf{1640 \text{ kPa}}$$

$$\sigma_{vH} = \gamma' * D = \mathbf{10.5D = 51.98 \text{ kN/m}'}$$

$$\sigma_{Hp}^H = \sigma_{vH} * kp_7 + 2 * c_7 * \sqrt{kp_7} = 10.5D * 4.2 + 1640 = \mathbf{44.1D + 1640 = 1858.34 \text{ kN/m}'}$$

- Силе пасивног притиска тла и растојање њихових нападних тачака у односу на тачку Н изнад ножице дијафрагме:

$$Ep_1 = \frac{1}{F_s} * \sigma_{Hp}^G * D = \frac{1}{2} * 1640 * D = \mathbf{820D = 4059.8 \text{ kN/m}'}$$

$$dp_1 = \frac{D}{2} = \mathbf{2.48 \text{ m}}$$

$$Ep_2 = \frac{1}{F_s} * \frac{1}{2} * (\sigma_{Hp}^H - \sigma_{Hp}^G) * D = \frac{1}{4} * (44.1D + 1640 - 1640) * D = \mathbf{11.02D^2 = 270.13 \text{ kN/m}'}$$

$$dp_2 = \frac{D}{3} = \mathbf{1.65 \text{ m}}$$

$$\Sigma M_H = 0$$

$$Ea_1 * da_1 + Ea_2 * da_2 + Ea_3 * da_3 + Ea_4 * da_4 + Ea_5 * da_5 + Ea_6 * da_6 + Ea_7 * da_7 + Ea_8 * da_8 + Ea_9 * da_9 + Ea_{10} * da_{10} + Ea_{11} * da_{11} + Ea_{12} * da_{12} + Ea_{13} * da_{13} + Ea_{14} * da_{14} + Ea_{15} * da_{15} + Ea_{16} * da_{16} - Ep_1 * dp_1 - Ep_2 * dp_2 = 0$$

$$56.97 * (D+14.65) + 28.63 * (D+14.2) + 30.62 * (D+12.25) + 20.16 * (D+11.9) + 49.89 * (D+10.6) + 7.34 * (D+10.4) + 43.05 * (D+9.6) + 1.57 * (D+9.47) + 113.92 * (D+7.95) + 13.78 * (D+7.53) + 277.63 * (D+4.1) + 77.04 * (D+3.23) + 106.87 * (D+0.75) + 4.96 * (D+0.5) + 77.86D * D/2 + 1.25D^2 * D/3 - 820D * D/2 - 11.02D^2 * D/3 = 0$$

$$56.97D + 834.61 + 28.63D + 406.55 + 30.62D + 375.1 + 20.16D + 239.9 + 49.89D + 528.83 + 7.34D + 76.34 + 43.05D + 413.28 + 1.57D + 14.87 + 113.92D + 905.66 + 13.78D + 103.76 + 277.63D + 1138.28 + 77.04D + 248.84 + 106.87D + 80.15 + 4.96D + 2.48 + 38.93D^2 + 0.42D^3 - 410D^2 - 3.67D^3 = 0$$

$$- 3.25D^3 - 371.07D^2 + 832.43D + 5368.65 = 0$$

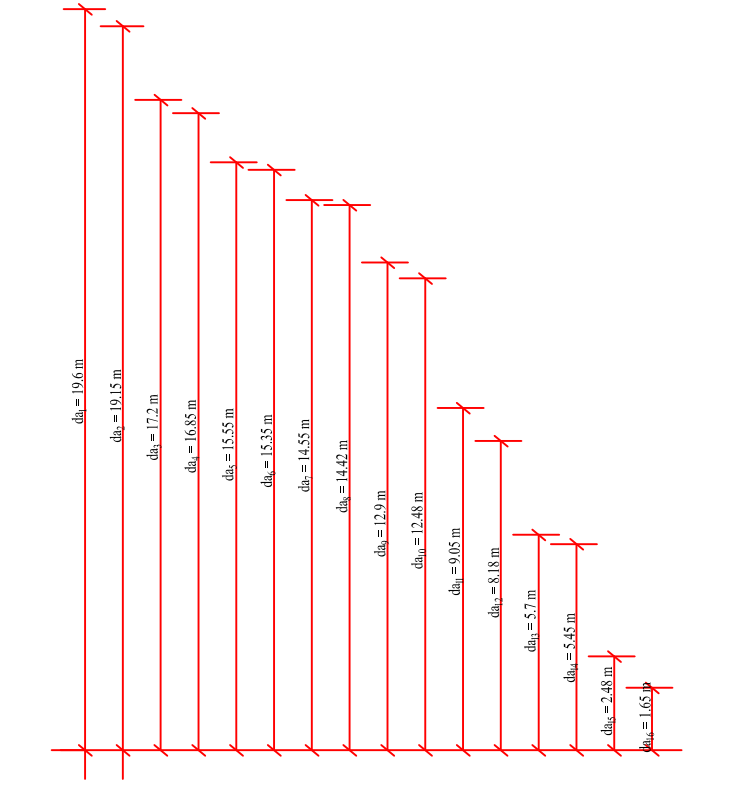
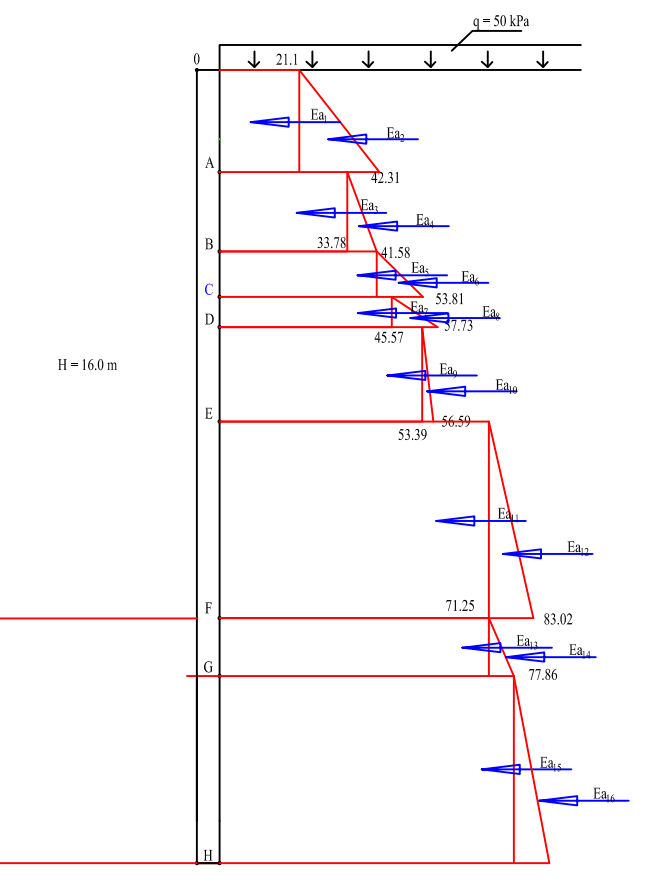
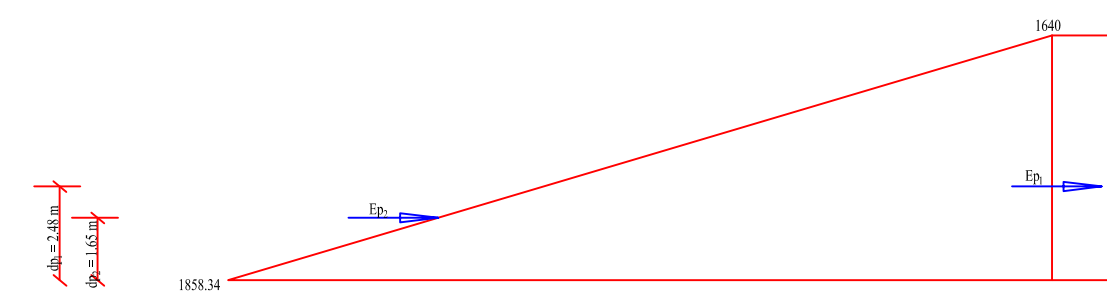
$$D = 4.951 \text{ m}$$

ПРОВЕРА:

$$- 3.25 * 4.951^3 - 371.07 * 4.951^2 + 832.43 * 4.951 + 5368.65 = 0$$
$$- 0.23 \approx 0$$

У пракси се ова дубина повећава за 20%, тако да се добија:

$$D_s = 1.2 * D = 1.2 * 4.951 = 5.94 \text{ m}$$



ЛАБОРАТОРИЈСКИ ИЗВЕШТАЈ

TABELARNI PRIKAZ REZULTATA LABORATORIJSKIH GEOMEHANIČKIH ISPITIVANJA UZORAKA TLA
Ugao kralja Milana i kralja Milutina

Redni br.	Uzorak	Dubina (m)		Pokazatelji fizičkih svojstava						Granice konzistencije				Čvrstoća pri dir. smicanju			Edometraski modul stišljivosti				Sadržaj CaCO ₃ (%)	Opšta klasifikacija USCS					
				γ	γ_d	w	e	S _r	G _s	w _l	w _p	I _p	I _c	c	ϕ	c _r	ϕ_r	M _v (kPa)									
				kN/m ³	%	-	%	-	-	%			-	%>0.06 mm	%0.06-0.002mm	%<0.002 mm	kPa	°	kPa	°			0-50	50-100	100-200	200-400	
1	K-3	6.6	-	6.9	19.7	16.0	23.3	0.664	93	2.66	41.5	25.9	15.6	1.166	15	75	10	31	19			18938	19882	21686	22818	0.0	ML
2	K-3	12.7	-	12.9	19.0	14.4	31.6	0.885	97	2.72	73.1	36.0	37.1	1.118	24	61	15	32.3	18			7974	8856	10693	11299	0.0	MH
3	K-4	9.0	-	9.2	19.6	15.9	23.4	0.676	92	2.66	44.2	25.6	18.6	1.119	15	75	10	40	19			6886	7520	8300	12562	0.1	CL
4	K-4	14.0	-	14.3	18.9	14.8	28.4	0.844	92	2.72	78.4	36.4	42.0	1.190	30	60	10	22.3	18			5224	7145	8514	13089	0.1	MH
5	K-5	10.0	-	10.3	19.7	16.0	23.2	0.664	93	2.66	47.1	24.0	23.1	1.036	18	74	8	33.9	18			12625	18863	20067	23960	0.3	CL
6	K-5	15.7	-	16.0	18.8	14.1	32.8	0.918	97	2.71	74.0	33.3	40.7	1.011	30	60	10	32	24			8912	10043	13035	16528	0.0	CH
7	K-7	3.5			20.2	16.7	21.0	0.591	94	2.65	32.2	20.7	11.5	0.975	25	68	7									1.1	CL
8	K-7	8.7	-	8.9	20.4	16.7	22.1	0.593	99	2.66	37.8	21.5	16.3	0.962	30	63	7	19.8	20			6060	7155	7460	9980	0.1	CL
9	K-7	13.4	-	13.6	20.0	16.2	23.0	0.631	97	2.65	49.9	25.5	24.4	1.101	30	63	7	31	20			5827	6530	7183	10787	2.2	CL
10	K-8	6.1	-	6.3	19.4	16.0	20.8	0.651	85	2.65	33.4	19.6	13.8	0.910	32	61	7	40.8	16			5224	6002	7085.7	8241.6	2.3	CL
11	K-8	13.5	-	13.8	20.5	16.8	21.5	0.581	99	2.66	34.3	20.5	13.8	0.924	22	68	10	32	21			3884	4154	5372.7	7250	2.0	CL
12	K-9	9.5	-	9.8	20.1	16.5	21.8	0.607	95	2.65	41.8	22.4	19.4	1.029	22	72	6	24.5	19			6587	7159	8531	10354	0.1	CL
13	K-9	13.7	-	14.0	19.3	15.0	28.4	0.801	96	2.71	72.4	34.8	37.6	1.169	31	59	10	32	19			6060	7512	9045	10933	0.0	MH

Overio:

Datum: Jun 2007.god

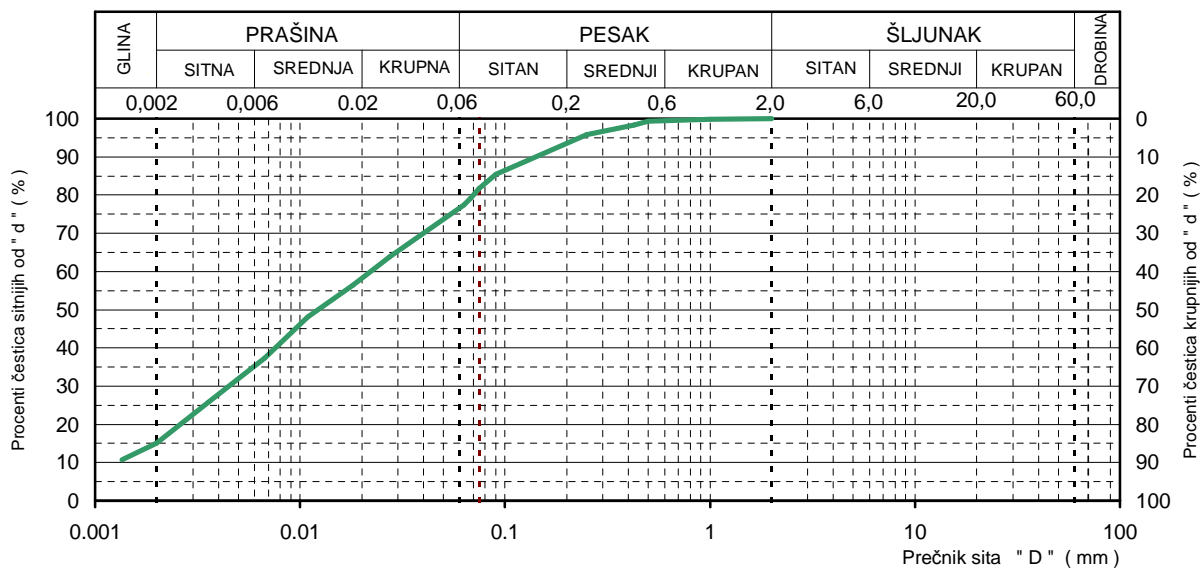
IDENTIFIKACIONO-KLASIFIKACIONE KARAKTERISTIKE MATERIJALA

Poreklo: _____

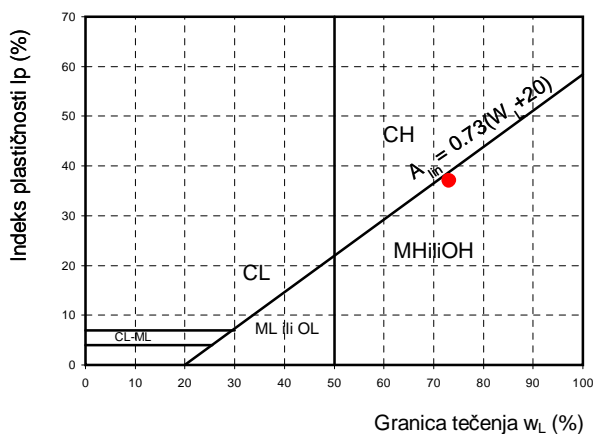
Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-3 / 12.7 - 12.9 / m

Metode ispitivanja: JUS.U.B1.001:'90. JUS.U.B1.012:'79. JUS.U.B1.014:'88. JUS.U.B1.018:'80. JUS.U.B1.020:'80. JUS.U.B1.021:'93.

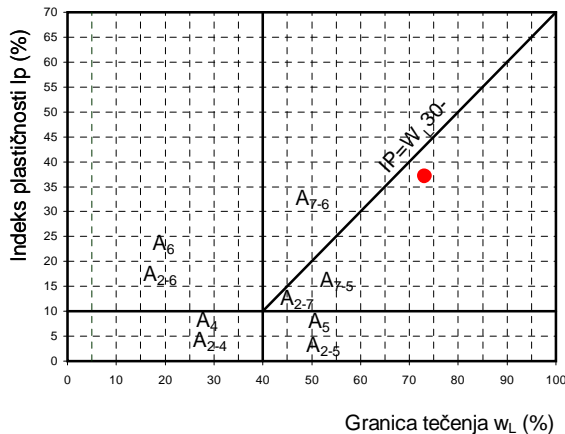
DIJAGRAM GRANULOMETRIJSKOG SASTAVA



DIJAGRAM PLASTIČNOSTI (USCS)



DIJAGRAM PLASTIČNOSTI (AASHTO)



PREČNIK SITA D (mm)						ATERBERGOVE GRANICE KONZIST.				PRIRODNA VLAŽNOST
4.75	2	0.425	0.075	0.063	0.002	W_L	W_P	I_P	I_C	W (%)
% ČESTICA SITNIJIH OD d (mm)						(%)	(%)	(%)	-	
100.0	100.0	98.3	81.8	77.4	13.9	73.1	36.0	37.1	1.119	31.6

KOEFICIJENT NERAVNOMERNOSTI	KOEFICIJENT ZAKRIVLJENOSTI	KLASIFIKACIJA MATERIJALA		PRIRODNA ZAPREMINSKA MASA	SUVA ZAPREMINSKA MASA
$C_u = D_{60}/D_{10}$	$C_z = (D_{30}^2)/(D_{60} \times D_{10})$	AASHTO	USCS	gr / cm ³	gr / cm ³
16.3	0.7	A-7-5(35)	MH	1.90	1.44

Napomena: _____

Ispitao: _____

Overio: _____

Datum: Jun 2007

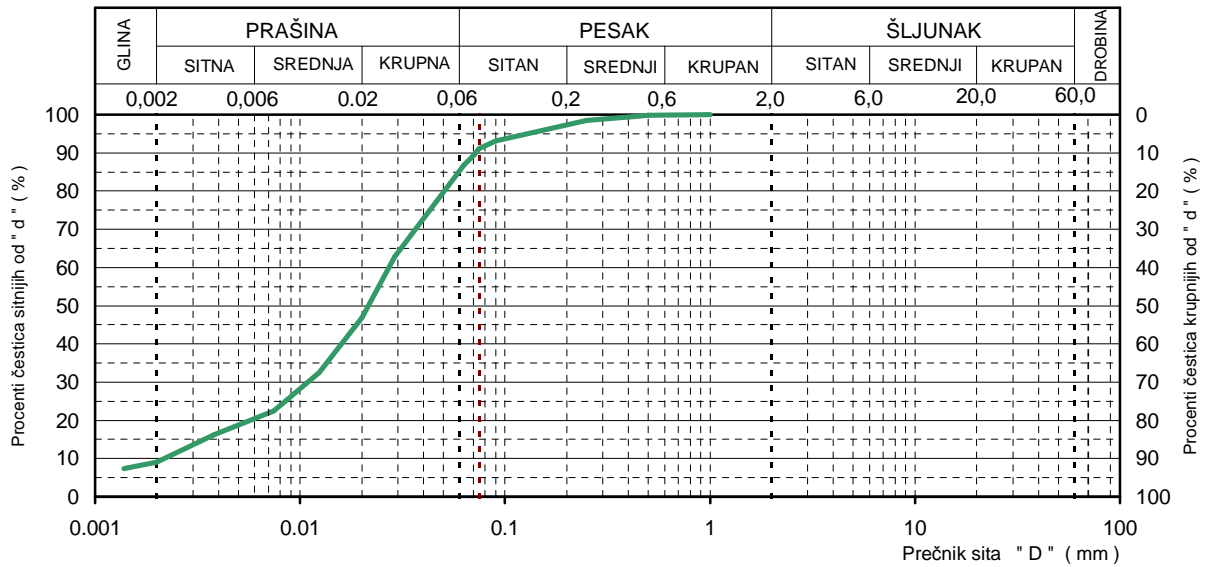
IDENTIFIKACIONO-KLASIFIKACIONE KARAKTERISTIKE MATERIJALA

Poreklo: _____

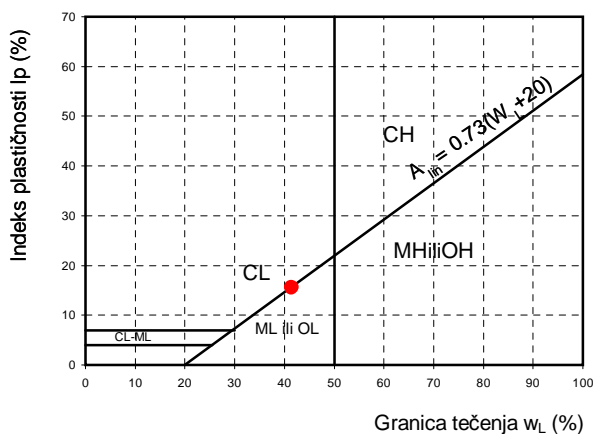
Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-3 / 6.6 - 6.9 / m

Metode ispitivanja: JUS.U.B1.001:'90. JUS.U.B1.012:'79. JUS.U.B1.014:'88. JUS.U.B1.018:'80. JUS.U.B1.020:'80. JUS.U.B1.021:'93.

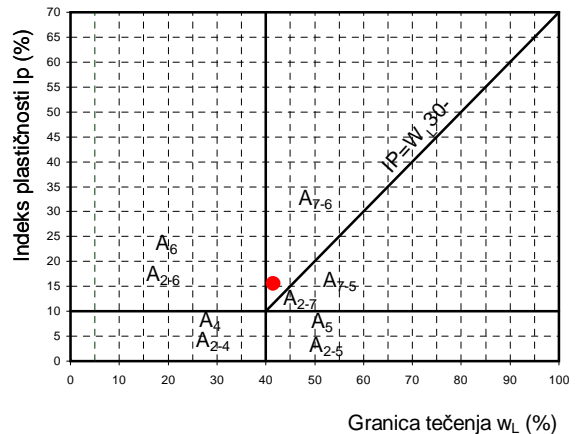
DIJAGRAM GRANULOMETRIJSKOG SASTAVA



DIJAGRAM PLASTIČNOSTI (USCS)



DIJAGRAM PLASTIČNOSTI (AASHTO)



PREČNIK SITA D (mm)						ATERBERGOVE GRANICE KONZIST.				PRIRODNA VLAŽNOST
4.75	2	0.425	0.075	0.063	0.002	W _L	W _P	I _P	I _C	W (%)
% ČESTICA SITNIJIH OD d (mm)						(%)	(%)	(%)	-	
100.0	100.0	99.4	91.1	84.3	9.0	41.5	25.9	15.6	1.167	23.3

KOEFICIJENT NERAVNOMERNOSTI	KOEFICIJENT ZAKRIVLJENOSTI	KLASIFIKACIJA MATERIJALA		PRIRODNA ZAPREMINSKA MASA	SUVA ZAPREMINSKA MASA
$C_u = D_{60}/D_{10}$	$C_z = (D_{30}^2)/(D_{60} \times D_{10})$	AASHTO	USCS	gr / cm ³	gr / cm ³
12.4	2.0	A-7-6(15)	ML	1.97	1.60

Napomena: _____

Ispitao: _____

Overio: _____

Datum: Jun 2007.god.

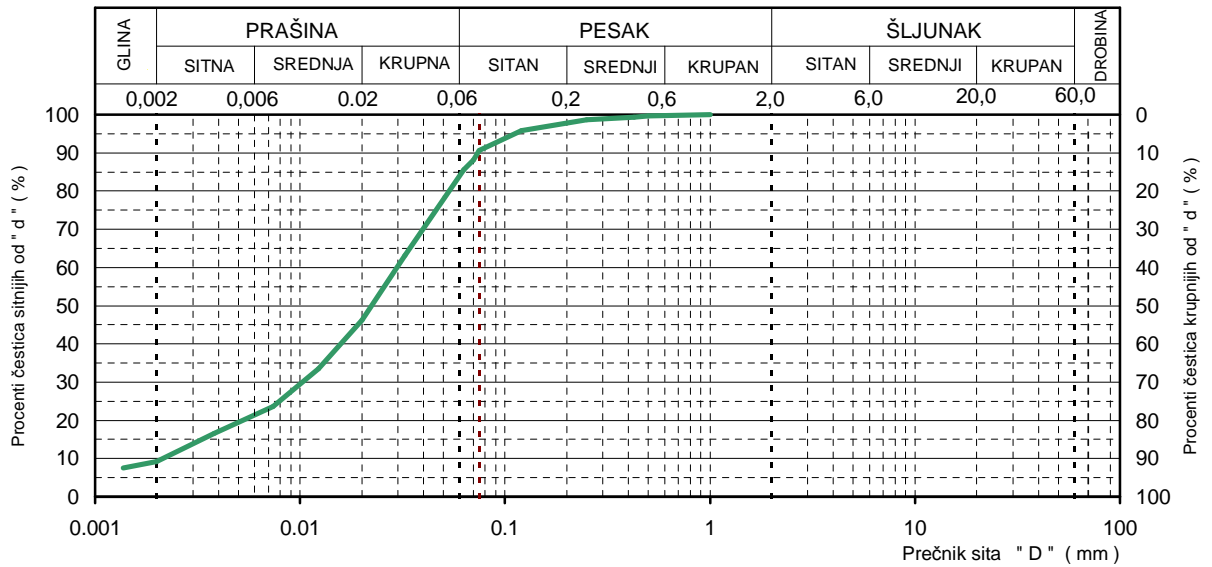
IDENTIFIKACIONO-KLASIFIKACIONE KARAKTERISTIKE MATERIJALA

Poreklo: _____

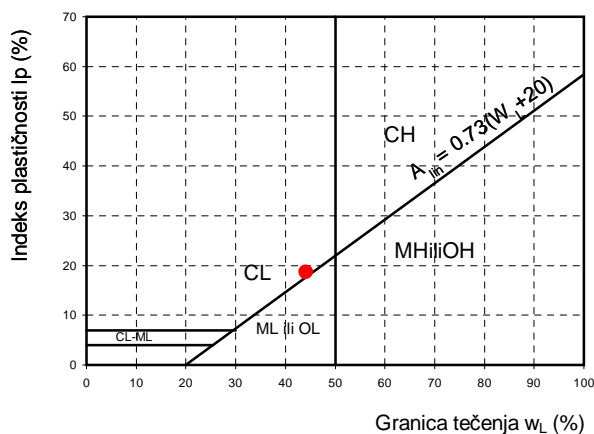
Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-4 / 9.0 - 9.2 / m

Metode ispitivanja: JUS.U.B1.001:'90. JUS.U.B1.012:'79. JUS.U.B1.014:'88. JUS.U.B1.018:'80. JUS.U.B1.020:'80. JUS.U.B1.021:'93.

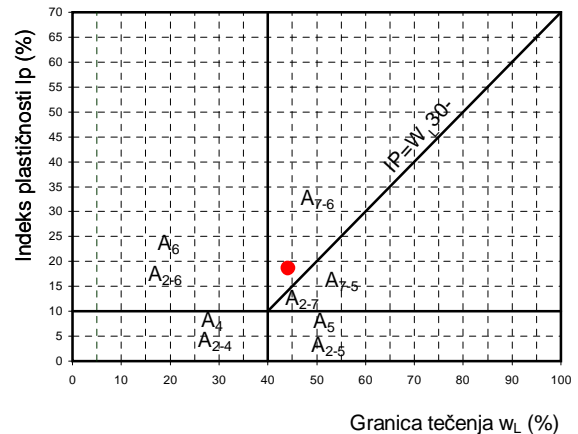
DIJAGRAM GRANULOMETRIJSKOG SASTAVA



DIJAGRAM PLASTIČNOSTI (USCS)



DIJAGRAM PLASTIČNOSTI (AASHTO)



PREČNIK SITA D (mm)						ATERBERGOVE GRANICE KONZIST.				PRIRODNA VLAŽNOST
4.75	2	0.425	0.075	0.063	0.002	W _L	W _P	I _P	I _C	W (%)
% ČESTICA SITNIJIH OD d (mm)						(%)	(%)	(%)	-	
100.0	100.0	99.4	90.7	83.4	9.3	44.2	25.6	18.6	1.118	23.4
KOEFICIJENT NERAVNOMERNOSTI	KOEFICIJENT ZAKRIVLJENOSTI	KLASIFIKACIJA MATERIJALA		PRIRODNA ZAPREMINSKA MASA		SUVA ZAPREMINSKA MASA				
C _u = D ₆₀ /D ₁₀	C _z = (D ₃₀ ²)/(D ₆₀ × D ₁₀)	AASHTO	USCS	gr / cm ³	gr / cm ³					
12.6	1.8	A-7-6(18)	CL	1.96	1.59					
Napomena:										

Ispitao: _____

Overio: _____

Datum: Jun 2007

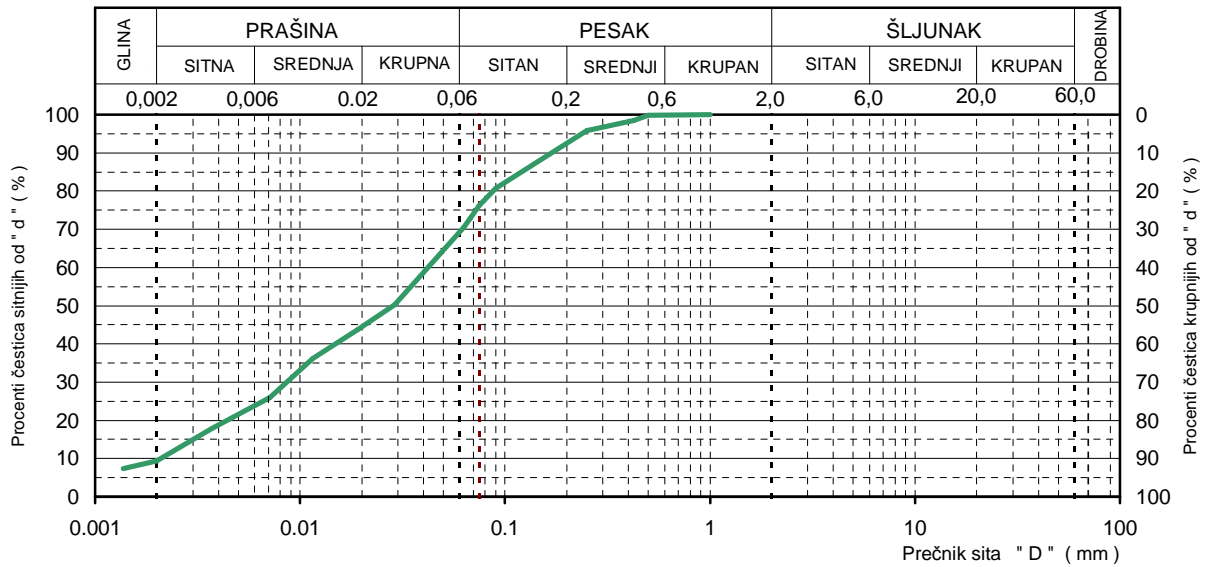
IDENTIFIKACIONO-KLASIFIKACIONE KARAKTERISTIKE MATERIJALA

Poreklo: _____

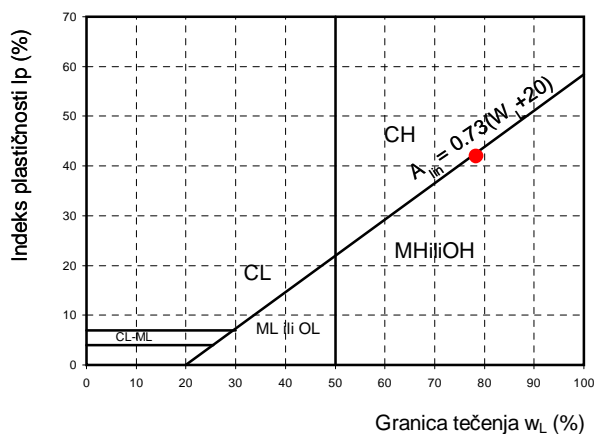
Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-4 / 14.0 - 14.25 / m

Metode ispitivanja: JUS.U.B1.001:'90. JUS.U.B1.012:'79. JUS.U.B1.014:'88. JUS.U.B1.018:'80. JUS.U.B1.020:'80. JUS.U.B1.021:'93.

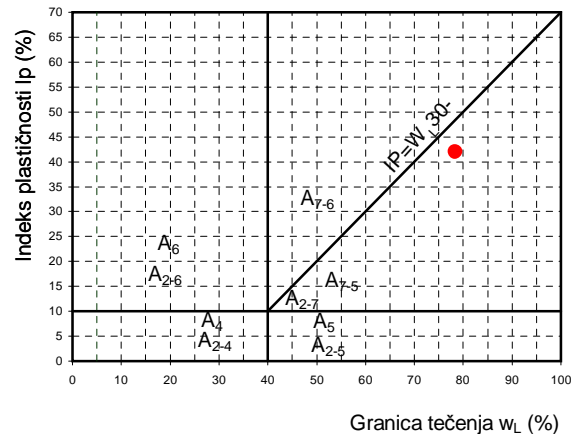
DIJAGRAM GRANULOMETRIJSKOG SASTAVA



DIJAGRAM PLASTIČNOSTI (USCS)



DIJAGRAM PLASTIČNOSTI (AASHTO)



PREČNIK SITA D (mm)						ATERBERGOVE GRANICE KONZIST.				PRIRODNA VLAŽNOST
4.75	2	0.425	0.075	0.063	0.002	W _L	W _P	I _P	I _C	W (%)
% ČESTICA SITNIJIH OD d (mm)						(%)	(%)	(%)	-	
100.0	100.0	98.6	76.3	68.5	9.4	78.4	36.4	42.0	1.190	28.4

KOEFICIJENT NERAVNOMERNOSTI	KOEFICIJENT ZAKRIVLJENOSTI	KLASIFIKACIJA MATERIJALA		PRIRODNA ZAPREMINSKA MASA	SUVA ZAPREMINSKA MASA
$C_u = D_{60}/D_{10}$	$C_z = (D_{30}^2)/(D_{60} \times D_{10})$	AASHTO	USCS	gr / cm ³	gr / cm ³
20.1	0.8	A-7-5(35)	MH	1.89	1.48

Napomena: _____

Ispitao: _____

Overio: _____

Datum: Jun 2007

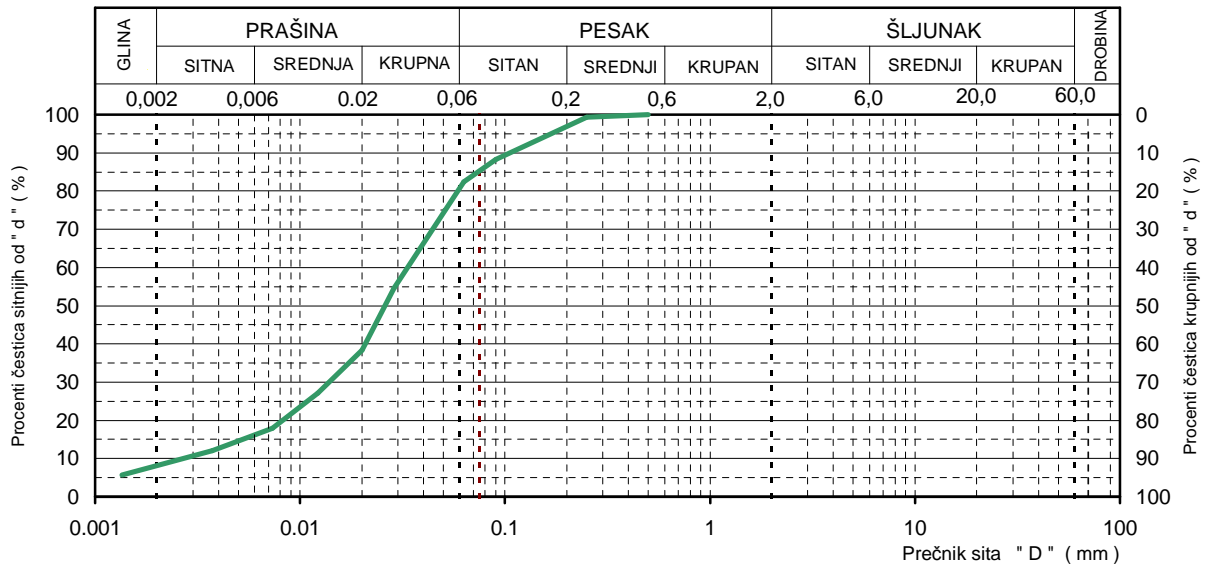
IDENTIFIKACIONO-KLASIFIKACIONE KARAKTERISTIKE MATERIJALA

Poreklo: _____

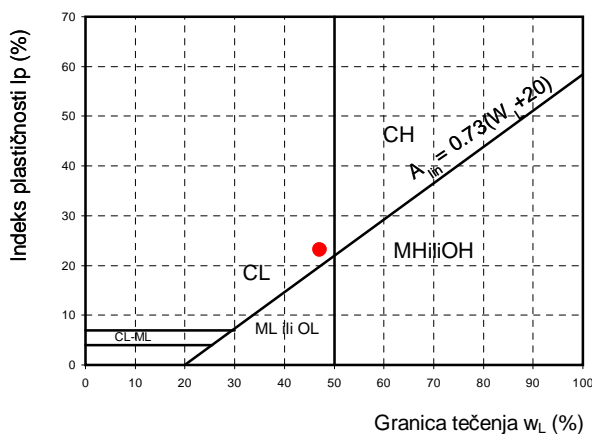
Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-5 / 10.0 - 10.3 / m

Metode ispitivanja: JUS.U.B1.001:'90. JUS.U.B1.012:'79. JUS.U.B1.014:'88. JUS.U.B1.018:'80. JUS.U.B1.020:'80. JUS.U.B1.021:'93.

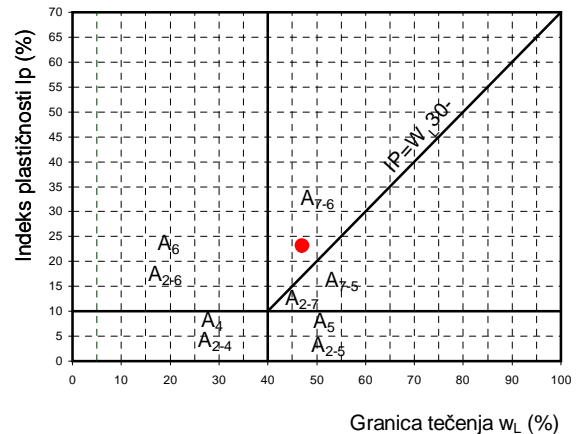
DIJAGRAM GRANULOMETRIJSKOG SASTAVA



DIJAGRAM PLASTIČNOSTI (USCS)



DIJAGRAM PLASTIČNOSTI (AASHTO)



PREČNIK SITA D (mm)						ATERBERGOVE GRANICE KONZIST.				PRIRODNA VLAŽNOST
4.75	2	0.425	0.075	0.063	0.002	W _L	W _P	I _P	I _C	W (%)
% ČESTICA SITNIJIH OD d (mm)						(%)	(%)	(%)	-	
100.0	100.0	99.8	85.0	79.5	7.0	47.1	24.0	23.1	1.035	23.2

KOEFICIJENT NERAVNOMERNOSTI	KOEFICIJENT ZAKRIVLJENOSTI	KLASIFIKACIJA MATERIJALA		PRIRODNA ZAPREMINSKA MASA	SUVA ZAPREMINSKA MASA
$C_u = D_{60}/D_{10}$	$C_z = (D_{30}^2)/(D_{60} \times D_{10})$	AASHTO	USCS	gr / cm ³	gr / cm ³
12.4	2.1	A-7-6(20)	CL	1.97	1.60

Napomena: _____

Ispitao: _____

Overio: _____

Datum: Jun 2007

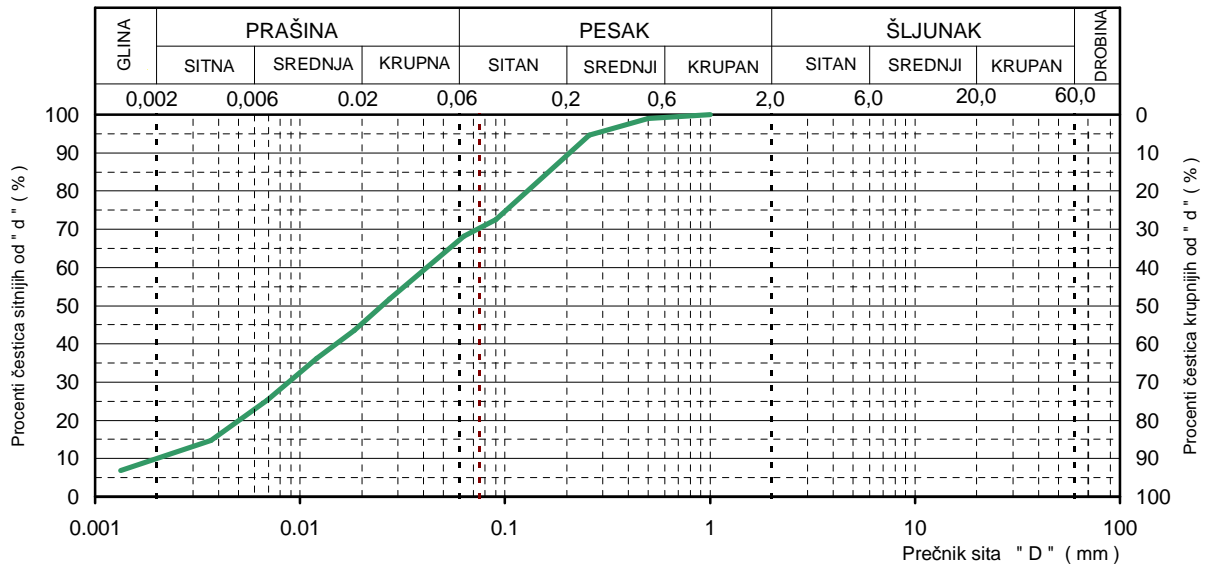
IDENTIFIKACIONO-KLASIFIKACIONE KARAKTERISTIKE MATERIJALA

Poreklo: _____

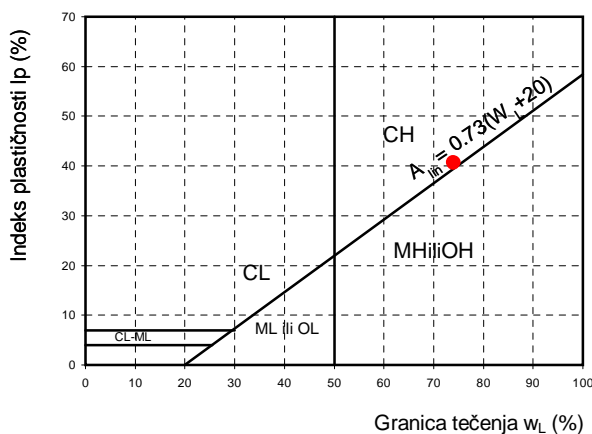
Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-5 / 15.7 - 16.0 / m

Metode ispitivanja: JUS.U.B1.001:'90. JUS.U.B1.012:'79. JUS.U.B1.014:'88. JUS.U.B1.018:'80. JUS.U.B1.020:'80. JUS.U.B1.021:'93.

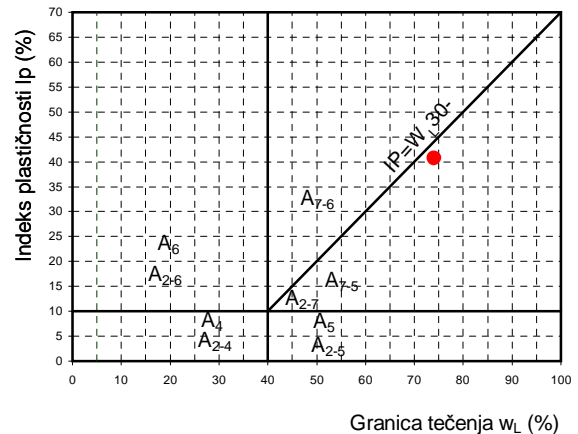
DIJAGRAM GRANULOMETRIJSKOG SASTAVA



DIJAGRAM PLASTIČNOSTI (USCS)



DIJAGRAM PLASTIČNOSTI (AASHTO)



PREČNIK SITA D (mm)						ATERBERGOVE GRANICE KONZIST.				PRIRODNA VLAŽNOST
4.75	2	0.425	0.075	0.063	0.002	W _L	W _P	I _P	I _C	W (%)
% ČESTICA SITNIJIH OD d (mm)						(%)	(%)	(%)	-	
100.0	100.0	97.6	70.1	66.7	8.6	74.0	33.3	40.7	1.012	32.8

KOEFICIJENT NERAVNOMERNOSTI	KOEFICIJENT ZAKRIVLJENOSTI	KLASIFIKACIJA MATERIJALA		PRIRODNA ZAPREMINSKA MASA	SUVA ZAPREMINSKA MASA
$C_u = D_{60}/D_{10}$	$C_z = (D_{30}^2)/(D_{60} \times D_{10})$	AASHTO	USCS	gr / cm ³	gr / cm ³
21.0	0.9	A-7-5(29)	CH	1.88	1.41

Napomena: _____

Ispitao: _____

Overio: _____

Datum: Jun 2007

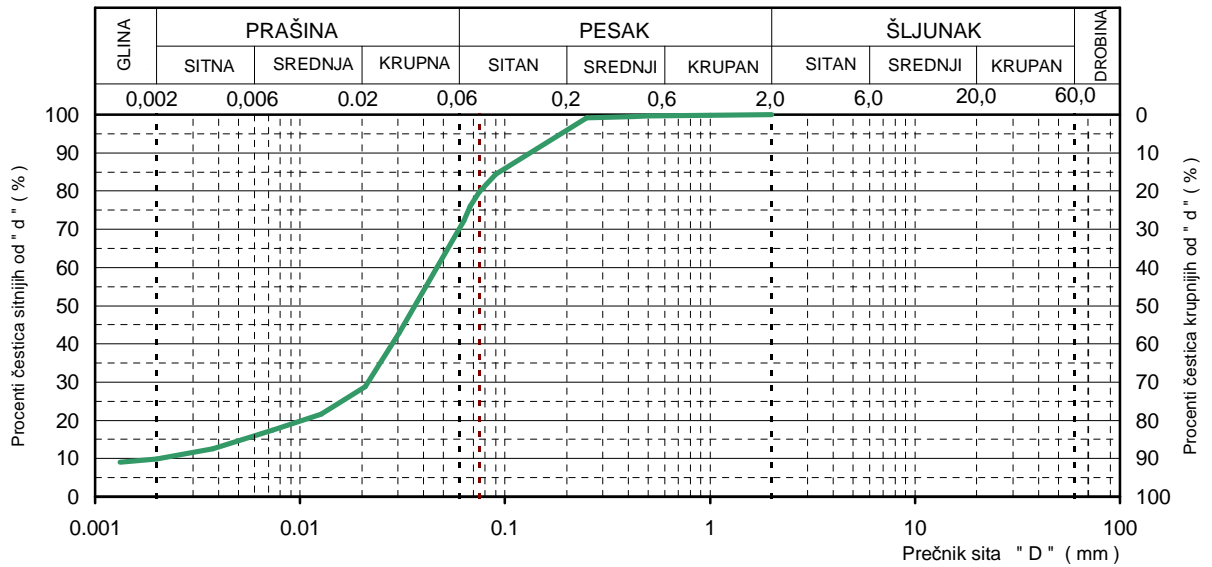
IDENTIFIKACIONO-KLASIFIKACIONE KARAKTERISTIKE MATERIJALA

Poreklo: _____

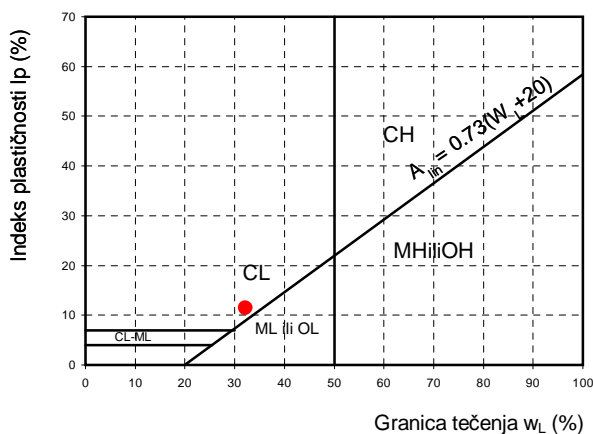
Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-7 /3.5/ m

Metode ispitivanja: JUS.U.B1.001:'90. JUS.U.B1.012:'79. JUS.U.B1.014:'88. JUS.U.B1.018:'80. JUS.U.B1.020:'80. JUS.U.B1.021:'93.

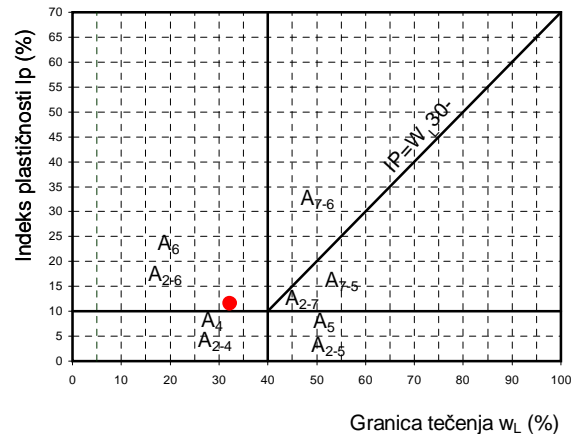
DIJAGRAM GRANULOMETRIJSKOG SASTAVA



DIJAGRAM PLASTIČNOSTI (USCS)



DIJAGRAM PLASTIČNOSTI (AASHTO)



PREČNIK SITA D (mm)						ATERBERGOVE GRANICE KONZIST.				PRIRODNA VLAŽNOST
4.75	2	0.425	0.075	0.063	0.002	W _L	W _P	I _P	I _C	W (%)
% ČESTICA SITNIJIH OD d (mm)						(%)	(%)	(%)	-	
100.0	100.0	99.6	79.7	68.8	9.9	32.2	20.7	11.5	0.974	21.0

KOEFICIJENT NERAVNOMERNOSTI	KOEFICIJENT ZAKRIVLJENOSTI	KLASIFIKACIJA MATERIJALA		PRIRODNA ZAPREMINSKA MASA	SUVA ZAPREMINSKA MASA
$C_u = D_{60}/D_{10}$	$C_z = (D_{30}^2)/(D_{60} \times D_{10})$	AASHTO	USCS	gr / cm ³	gr / cm ³
22.8	4.9	A-6(8)	CL	2.02	1.67

Napomena: _____

Ispitao: _____

Overio: _____

Datum: Jun 2007

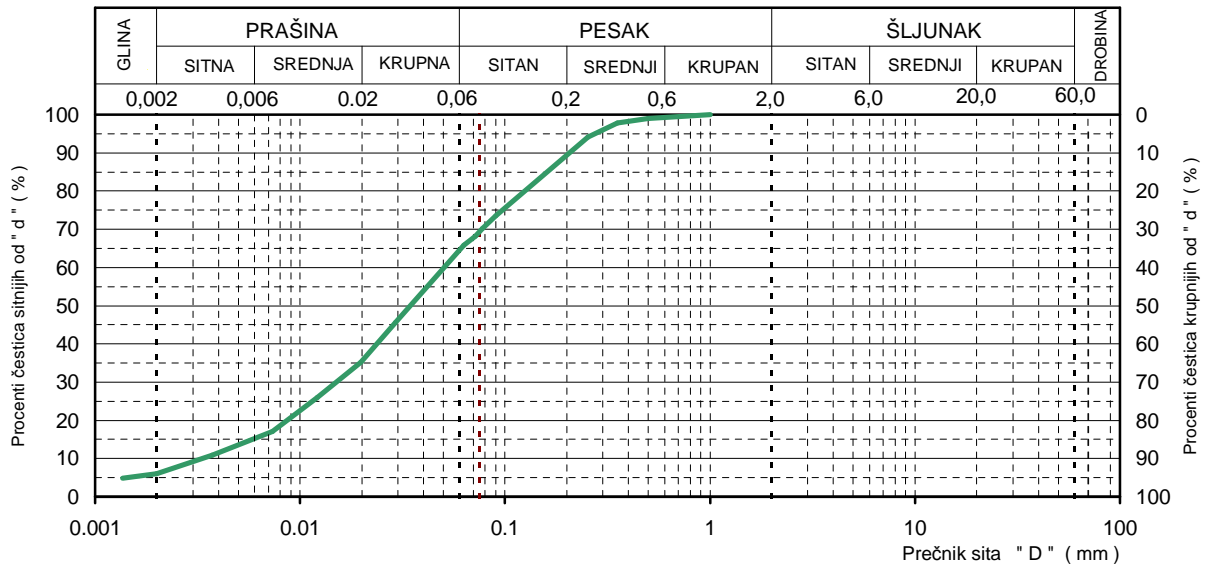
IDENTIFIKACIONO-KLASIFIKACIONE KARAKTERISTIKE MATERIJALA

Poreklo: _____

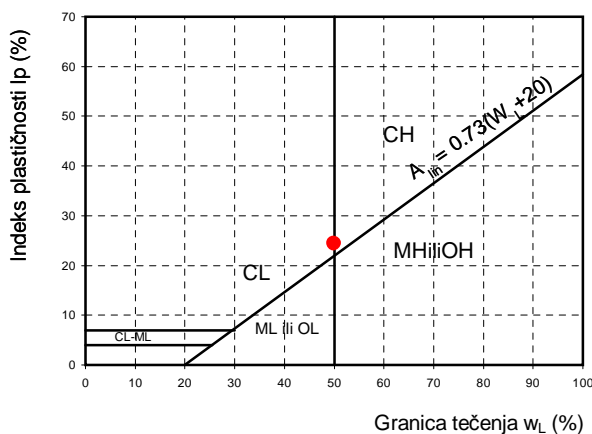
Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-7 / 13.4 - 13.6 / m

Metode ispitivanja: JUS.U.B1.001:'90. JUS.U.B1.012:'79. JUS.U.B1.014:'88. JUS.U.B1.018:'80. JUS.U.B1.020:'80. JUS.U.B1.021:'93.

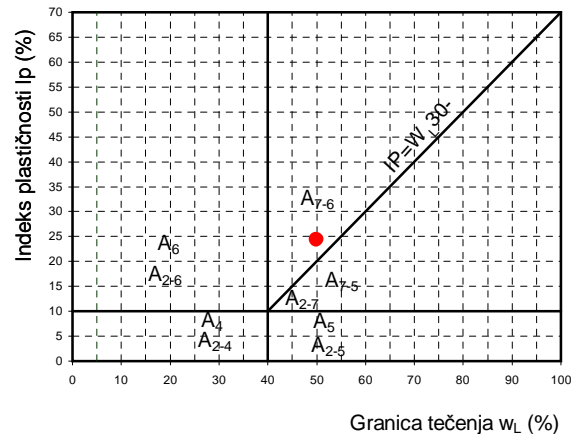
DIJAGRAM GRANULOMETRIJSKOG SASTAVA



DIJAGRAM PLASTIČNOSTI (USCS)



DIJAGRAM PLASTIČNOSTI (AASHTO)



PREČNIK SITA D (mm)						ATERBERGOVE GRANICE KONZIST.				PRIRODNA VLAŽNOST
4.75	2	0.425	0.075	0.063	0.002	W _L	W _P	I _P	I _C	W (%)
% ČESTICA SITNIJIH OD d (mm)						(%)	(%)	(%)	-	
100.0	100.0	98.4	69.3	63.8	6.0	49.9	25.5	24.4	1.102	23.0

KOEFICIJENT NERAVNOMERNOSTI	KOEFICIJENT ZAKRIVLJENOSTI	KLASIFIKACIJA MATERIJALA		PRIRODNA ZAPREMINSKA MASA	SUVA ZAPREMINSKA MASA
$C_u = D_{60}/D_{10}$	$C_z = (D_{30}^2)/(D_{60} \times D_{10})$	AASHTO	USCS	gr / cm ³	gr / cm ³
15.2	1.4	A-7-6(16)	CL	2.00	1.62

Napomena: _____

Ispitao: _____

Overio: _____

Datum: Jun 2007

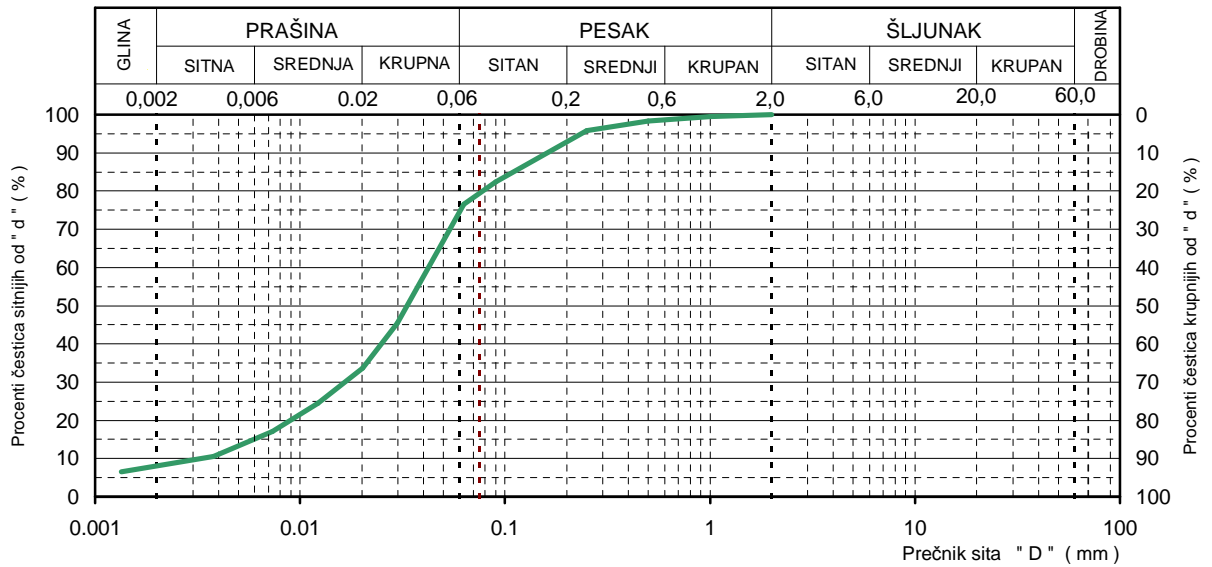
IDENTIFIKACIONO-KLASIFIKACIONE KARAKTERISTIKE MATERIJALA

Poreklo: _____

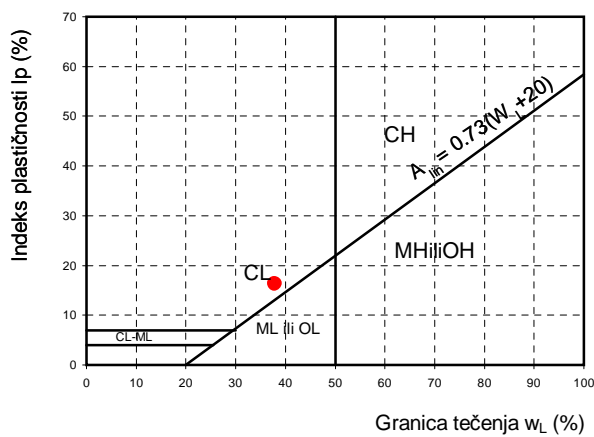
Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-7 /8.7-8.9/ m

Metode ispitivanja: JUS.U.B1.001:'90. JUS.U.B1.012:'79. JUS.U.B1.014:'88. JUS.U.B1.018:'80. JUS.U.B1.020:'80. JUS.U.B1.021:'93.

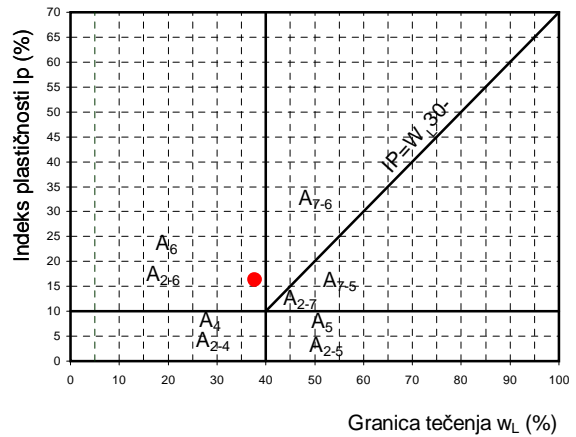
DIJAGRAM GRANULOMETRIJSKOG SASTAVA



DIJAGRAM PLASTIČNOSTI (USCS)



DIJAGRAM PLASTIČNOSTI (AASHTO)



PREČNIK SITA D (mm)						ATERBERGOVE GRANICE KONZIST.				PRIRODNA VLAŽNOST
4.75	2	0.425	0.075	0.063	0.002	W _L	W _P	I _P	I _C	W (%)
% ČESTICA SITNIJIH OD d (mm)						(%)	(%)	(%)	-	
100.0	100.0	97.6	79.1	73.0	7.5	37.8	21.5	16.3	0.963	22.1

KOEFICIJENT NERAVNOMERNOSTI	KOEFICIJENT ZAKRIVLJENOSTI	KLASIFIKACIJA MATERIJALA		PRIRODNA ZAPREMINSKA MASA	SUVA ZAPREMINSKA MASA
$C_u = D_{60}/D_{10}$	$C_z = (D_{30}^2)/(D_{60} \times D_{10})$	AASHTO	USCS	gr / cm ³	gr / cm ³
12.8	2.0	A-6(12)	CL	2.04	1.67

Napomena: _____

Ispitao: _____

Overio: _____

Datum: Jun 2007

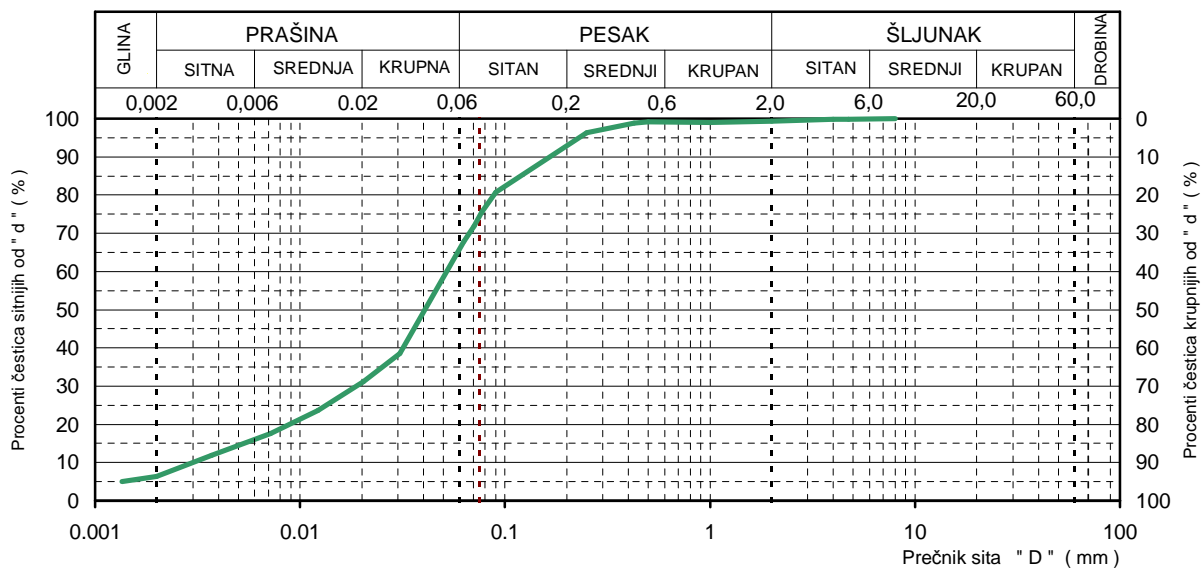
IDENTIFIKACIONO-KLASIFIKACIONE KARAKTERISTIKE MATERIJALA

Poreklo: _____

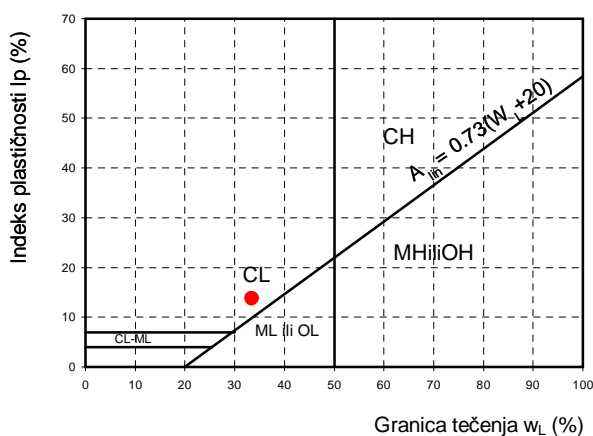
Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-8 /6.1-6.3/ m

Metode ispitivanja: JUS.U.B1.001:'90. JUS.U.B1.012:'79. JUS.U.B1.014:'88. JUS.U.B1.018:'80. JUS.U.B1.020:'80. JUS.U.B1.021:'93.

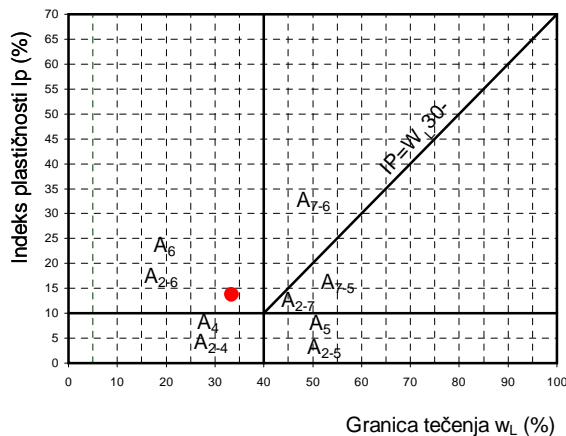
DIJAGRAM GRANULOMETRIJSKOG SASTAVA



DIJAGRAM PLASTIČNOSTI (USCS)



DIJAGRAM PLASTIČNOSTI (AASHTO)



PREČNIK SITA D (mm)						ATERBERGOVE GRANICE KONZIST.				PRIRODNA VLAŽNOST
4.75	2	0.425	0.075	0.063	0.002	W_L	W_P	I_P	I_C	W (%)
% ČESTICA SITNIJIH OD d (mm)						(%)	(%)	(%)	-	
99.8	99.4	98.9	74.4	64.3	6.4	33.4	19.6	13.8	0.913	20.8

KOEFICIJENT NERAVNOMERNOSTI	KOEFICIJENT ZAKRIVLJENOSTI	KLASIFIKACIJA MATERIJALA		PRIRODNA ZAPREMINSKA MASA	SUVA ZAPREMINSKA MASA
$C_u = D_{60}/D_{10}$	$C_z = (D_{30}^2)/(D_{60} \times D_{10})$	AASHTO	USCS	gr / cm ³	gr / cm ³
17.4	2.3	A-6(8)	CL	1.94	1.60

Napomena:

Ispitao: _____

Overio: _____

Datum: Jun 2007

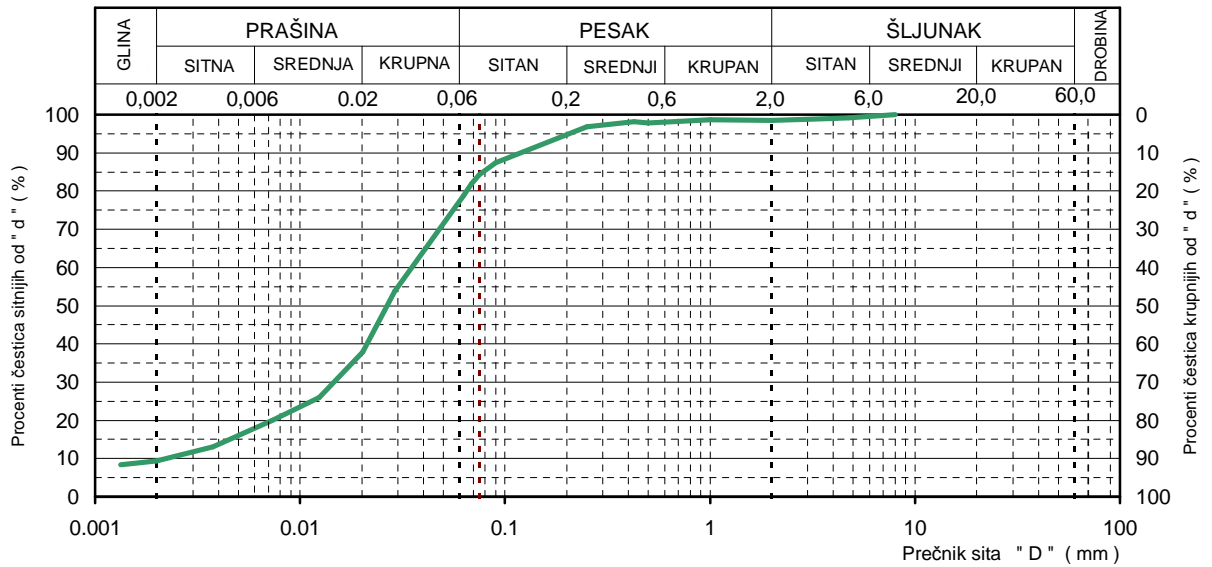
IDENTIFIKACIONO-KLASIFIKACIONE KARAKTERISTIKE MATERIJALA

Poreklo: _____

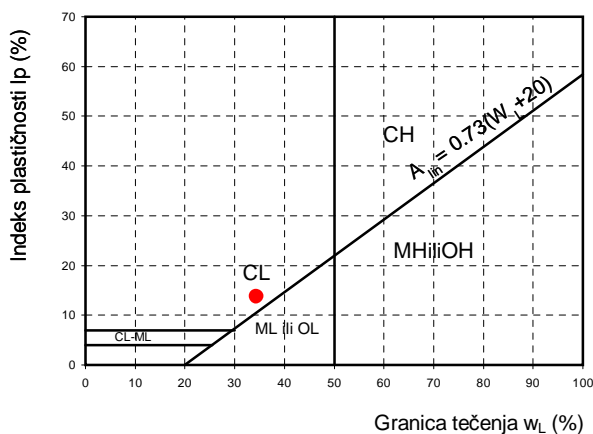
Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-8 /13.5-13.8/ m

Metode ispitivanja: JUS.U.B1.001:'90. JUS.U.B1.012:'79. JUS.U.B1.014:'88. JUS.U.B1.018:'80. JUS.U.B1.020:'80. JUS.U.B1.021:'93.

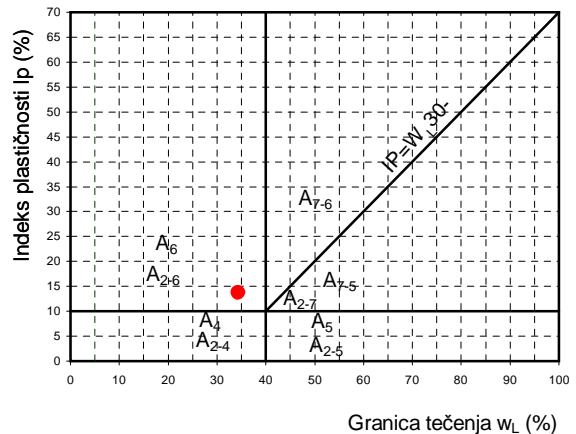
DIJAGRAM GRANULOMETRIJSKOG SASTAVA



DIJAGRAM PLASTIČNOSTI (USCS)



DIJAGRAM PLASTIČNOSTI (AASHTO)



PREČNIK SITA D (mm)						ATERBERGOVE GRANICE KONZIST.				PRIRODNA VLAŽNOST
4.75	2	0.425	0.075	0.063	0.002	W _L	W _P	I _P	I _C	W (%)
% ČESTICA SITNIJIH OD d (mm)						(%)	(%)	(%)	-	
99.2	98.5	98.1	84.3	76.3	9.4	34.3	20.5	13.8	0.928	21.5

KOEFICIJENT NERAVNOMERNOSTI	KOEFICIJENT ZAKRIVLJENOSTI	KLASIFIKACIJA MATERIJALA		PRIRODNA ZAPREMINSKA MASA	SUVA ZAPREMINSKA MASA
$C_u = D_{60}/D_{10}$	$C_z = (D_{30}^2)/(D_{60} \times D_{10})$	AASHTO	USCS	gr / cm ³	gr / cm ³
15.9	2.8	A-6(11)	CL	2.05	1.68

Napomena: _____

Ispitao: _____

Overio: _____

Datum: Jun 2007

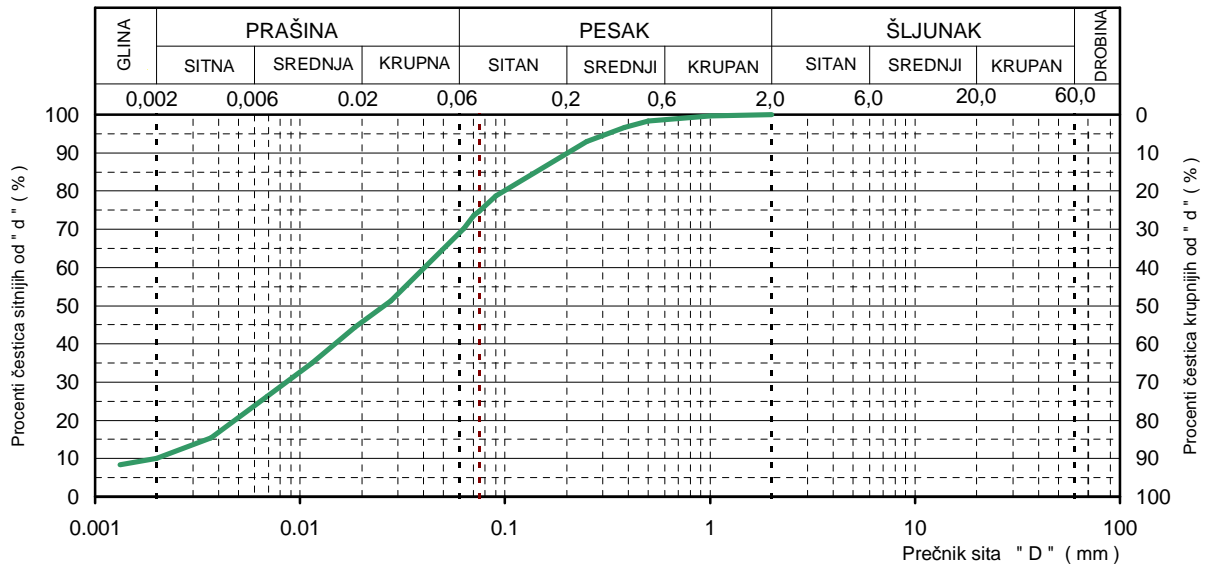
IDENTIFIKACIONO-KLASIFIKACIONE KARAKTERISTIKE MATERIJALA

Poreklo: _____

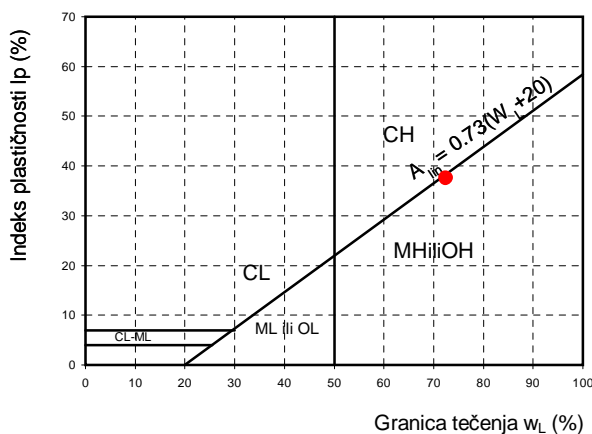
Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-9 /13.7-14.0/ m

Metode ispitivanja: JUS.U.B1.001:'90. JUS.U.B1.012:'79. JUS.U.B1.014:'88. JUS.U.B1.018:'80. JUS.U.B1.020:'80. JUS.U.B1.021:'93.

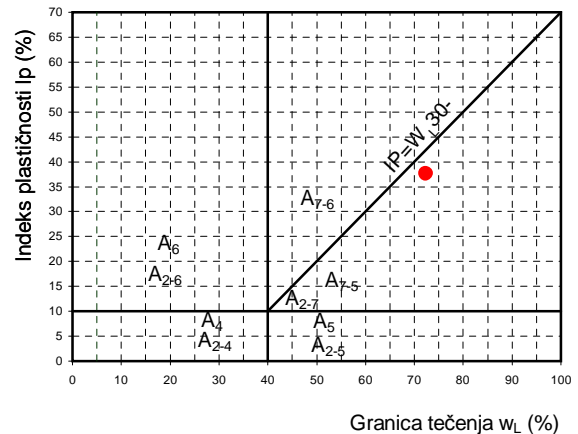
DIJAGRAM GRANULOMETRIJSKOG SASTAVA



DIJAGRAM PLASTIČNOSTI (USCS)



DIJAGRAM PLASTIČNOSTI (AASHTO)



PREČNIK SITA D (mm)						ATERBERGOVE GRANICE KONZIST.				PRIRODNA VLAŽNOST
4.75	2	0.425	0.075	0.063	0.002	W_L	W_P	I_P	I_C	W (%)
% ČESTICA SITNIJIH OD d (mm)						(%)	(%)	(%)	-	
100.0	100.0	97.2	74.7	68.3	10.0	72.4	34.8	37.6	1.170	28.4

KOEFICIJENT NERAVNOMERNOSTI	KOEFICIJENT ZAKRIVLJENOSTI	KLASIFIKACIJA MATERIJALA		PRIRODNA ZAPREMINSKA MASA	SUVA ZAPREMINSKA MASA
$C_u = D_{60}/D_{10}$	$C_z = (D_{30}^2)/(D_{60} \times D_{10})$	AASHTO	USCS	gr / cm ³	gr / cm ³
20.3	0.9	A-7-5(30)	MH	1.93	1.50

Napomena: _____

Ispitao: _____

Overio: _____

Datum: Jun 2007

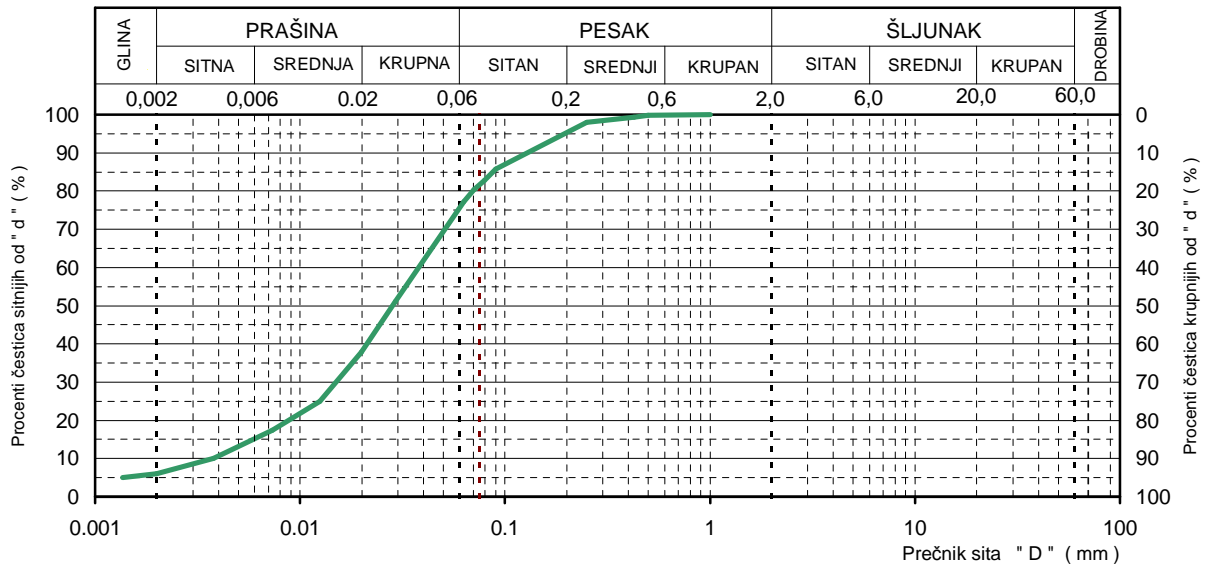
IDENTIFIKACIONO-KLASIFIKACIONE KARAKTERISTIKE MATERIJALA

Poreklo: _____

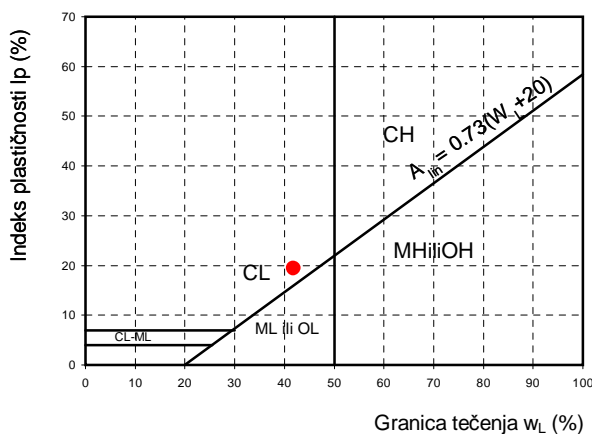
Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-9 /9.5-9.8/ m

Metode ispitivanja: JUS.U.B1.001:'90. JUS.U.B1.012:'79. JUS.U.B1.014:'88. JUS.U.B1.018:'80. JUS.U.B1.020:'80. JUS.U.B1.021:'93.

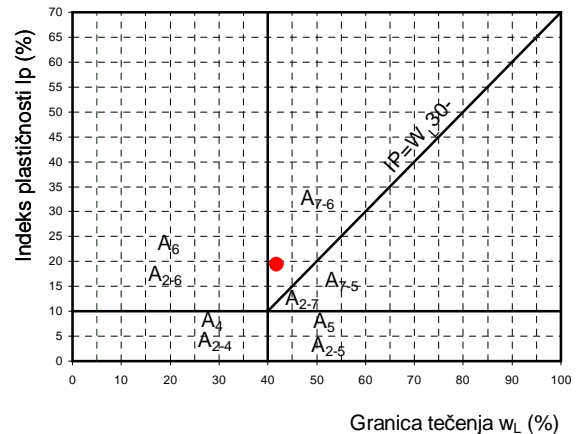
DIJAGRAM GRANULOMETRIJSKOG SASTAVA



DIJAGRAM PLASTIČNOSTI (USCS)



DIJAGRAM PLASTIČNOSTI (AASHTO)



PREČNIK SITA D (mm)						ATERBERGOVE GRANICE KONZIST.				PRIRODNA VLAŽNOST
4.75	2	0.425	0.075	0.063	0.002	W _L	W _P	I _P	I _C	W (%)
% ČESTICA SITNIJIH OD d (mm)						(%)	(%)	(%)	-	
100.0	100.0	99.3	81.5	74.5	6.0	41.8	22.4	19.4	1.031	21.8
KOEFICIJENT NERAVNOMERNOSTI	KOEFICIJENT ZAKRIVLJENOSTI		KLASIFIKACIJA MATERIJALA		PRIRODNA ZAPREMINSKA MASA	SUVA ZAPREMINSKA MASA				
C _u = D ₆₀ /D ₁₀	C _z = (D ₃₀ ²)/(D ₆₀ × D ₁₀)		AASHTO	USCS	gr / cm ³	gr / cm ³				
10.2	1.6		A-7-6(15)	CL	2.01	1.65				
Napomena:										

Ispitao: _____

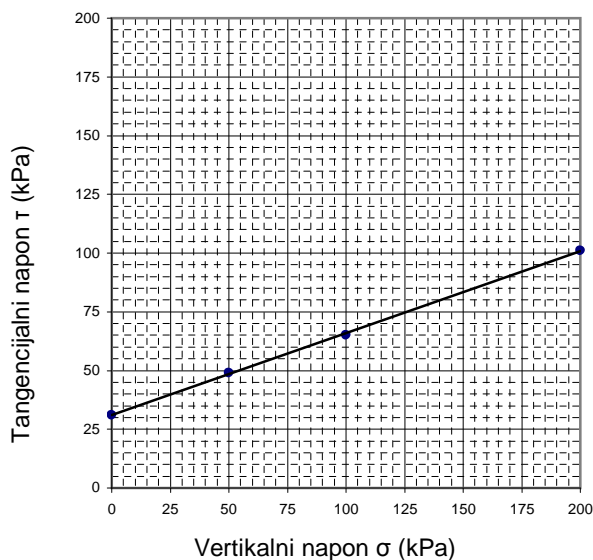
Overio: _____

Datum: Jun 2007

DIREKTNO SMICANJE

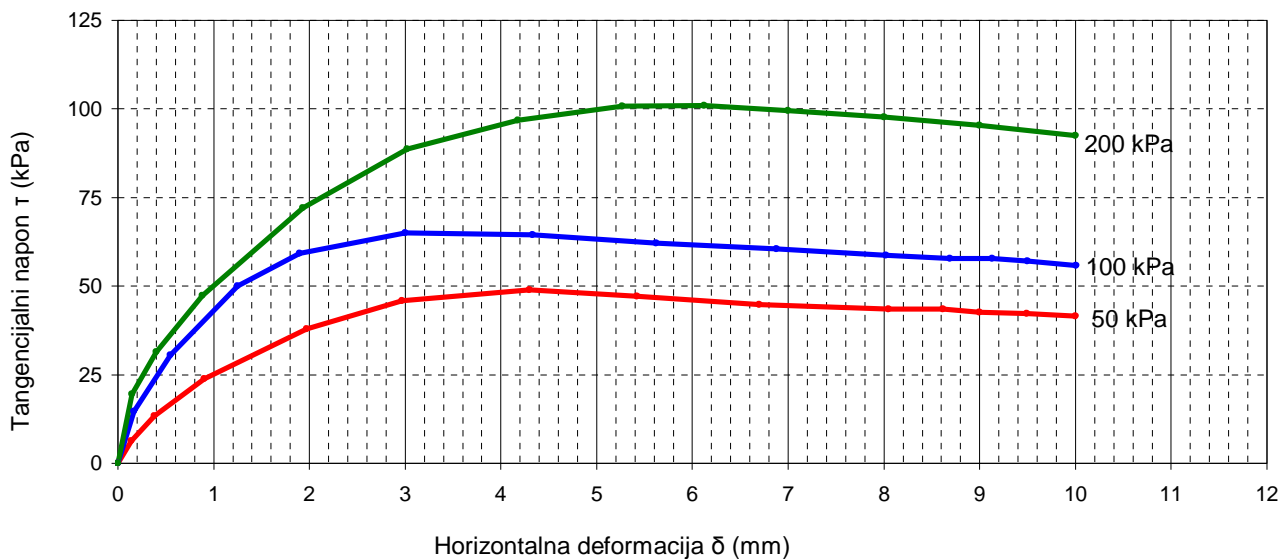
Poreklo: Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-3/ 6.60 - 6.90 / m

Metoda ispitivanja: JUS U.B1.028 (1996.)



Kriterijum za tačku loma:

1	τ_{max}		Vertikalno opter
	τ (kPa)	δ (mm)	
	49	4.3	50
	65	3	100
	101	6.1	200



τ_{max}	Prirodna vlažnost	$w = 23.3 \%$	Vreme konsolidacije	24 h
$c' = 31.0$ kPa	Zapreminska masa	$\rho = 1.97$ g/cm ³	Brzina smicanja	0.017 mm/min
$\phi' = 19^\circ$	Suva zapreminska masa	$\rho_d = 1.60$ g/cm ³		
Napomena: Direktno smicanje je rađeno u uslovima prirodne vlage				

Ispitao:

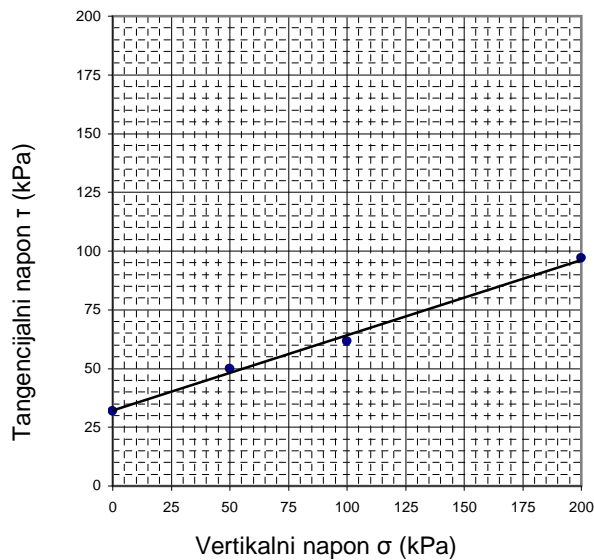
Overio:

Datum: jun. 2007.

DIREKTNO SMICANJE

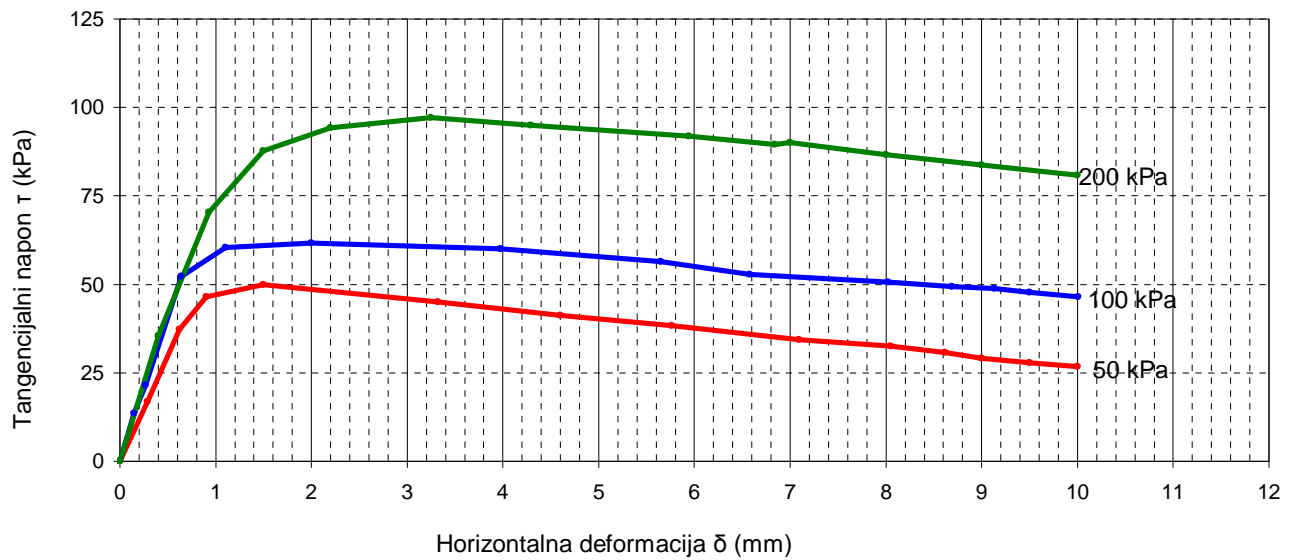
Poreklo: Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-3/ 12.7 - 12.9 / m

Metoda ispitivanja: JUS U.B1.028 (1996.)



Kriterijum za tačku loma:

1	τ_{max}		Vertikalno opter
	τ (kPa)	δ (mm)	
	50	1.5	50
	61.6	2	100
	97	3.2	200



τ_{max}	Prirodna vlažnost	$w = 31.6 \%$	Vreme konsolidacije	24 h
$c' = 32.3$ kPa	Zapreminska masa	$\rho = 1.90$ g/cm ³	Brzina smicanja	0.017 mm/min
$\phi' = 18^\circ$	Suva zapreminska masa	$\rho_d = 1.44$ g/cm ³		
Napomena: Direktno smicanje je rađeno u uslovima prirodne vlage				

Ispitao:

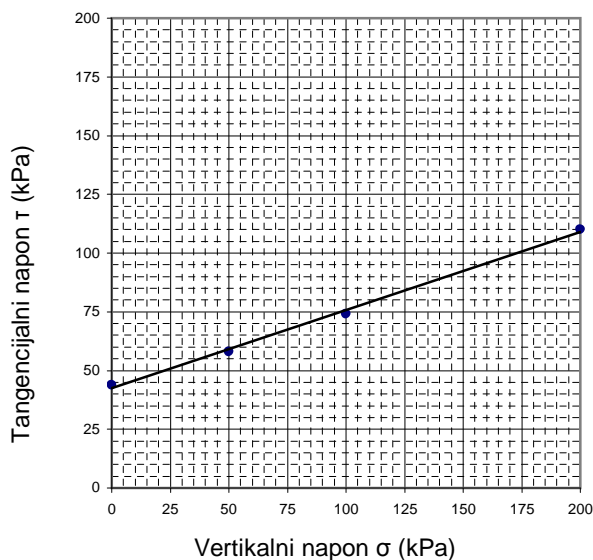
Overio:

Datum: jun. 2007.

DIREKTNO SMICANJE

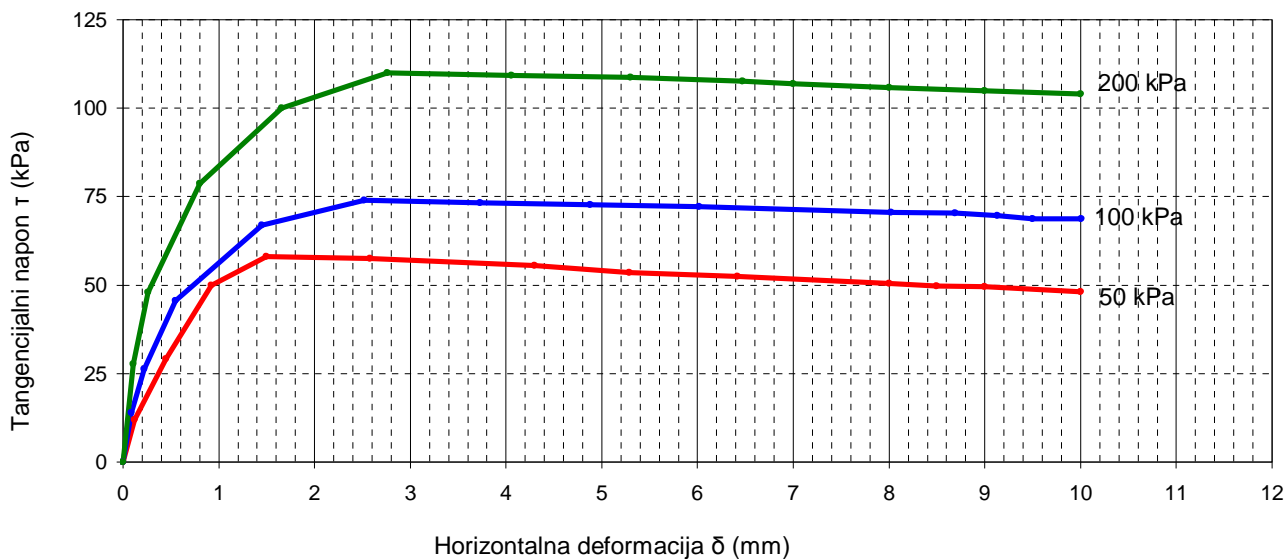
Poreklo: Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-4/ 9.0 - 9.2 / m

Metoda ispitivanja: JUS U.B1.028 (1996.)



Kriterijum za tačku loma:

1	τ_{max}		Vertikalno opter
	τ (kPa)	δ (mm)	
	58	1.5	50
	74	2.5	100
	110	2.8	200



τ_{max}	Prirodna vlažnost	$w = 23.4 \%$	Vreme konsolidacije	24 h
$c' = 40.0$ kPa	Zapreminska masa	$\rho = 1.96$ g/cm ³	Brzina smicanja	0.017 mm/min
$\phi' = 19^\circ$	Suva zapreminska masa	$\rho_d = 1.59$ g/cm ³		
Napomena: Direktno smicanje je rađeno u uslovima prirodne vlage				

Ispitao:

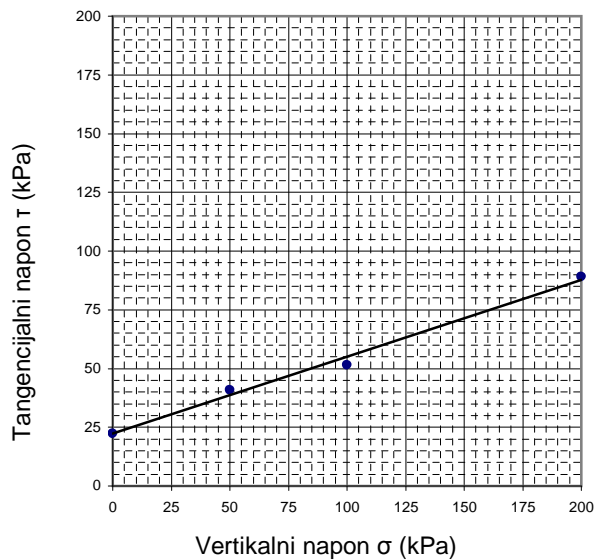
Overio:

Datum: jun. 2007.

DIREKTNO SMICANJE

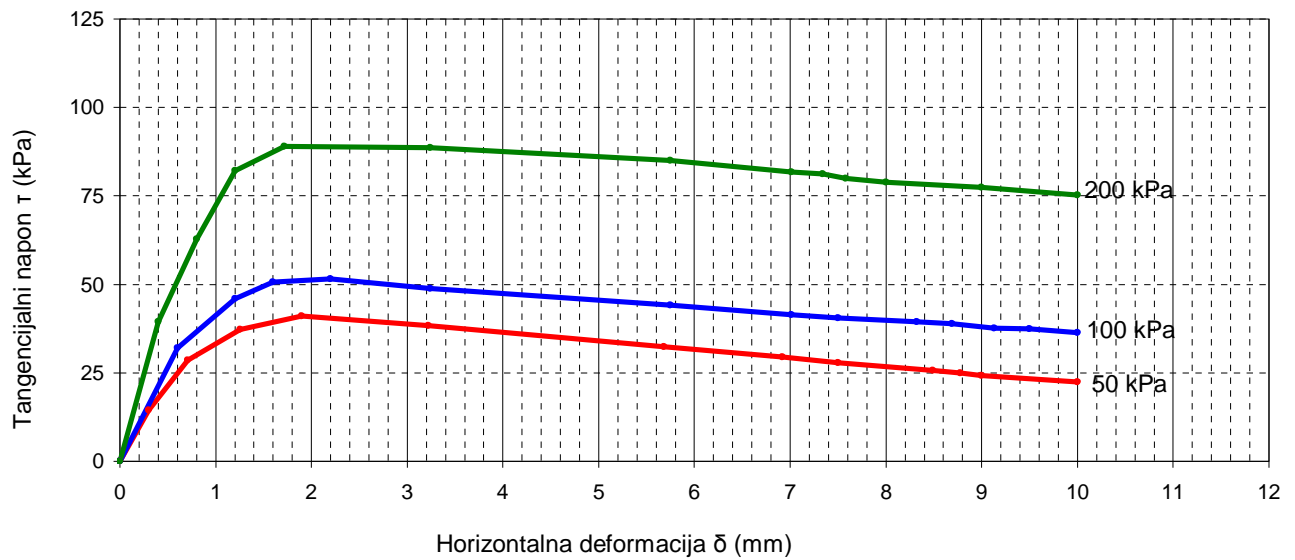
Poreklo: Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-4/ 14.0 - 14.3 / m

Metoda ispitivanja: JUS U.B1.028 (1996.)



Kriterijum za tačku loma:

1	τ_{max}		Vertikalno opter
	τ (kPa)	δ (mm)	
	41	1.9	50
	51.5	1.53	100
	89	1.72	200



τ_{max}	Prirodna vlažnost	$w = 28.4 \%$	Vreme konsolidacije	24 h
$c' = 22.3$ kPa	Zapreminska masa	$\rho = 1.89$ g/cm ³	Brzina smicanja	0.017 mm/min
$\phi' = 18^\circ$	Suva zapreminska masa	$\rho_d = 1.48$ g/cm ³		
Napomena: Direktno smicanje je rađeno u uslovima prirodne vlage				

Ispitao:

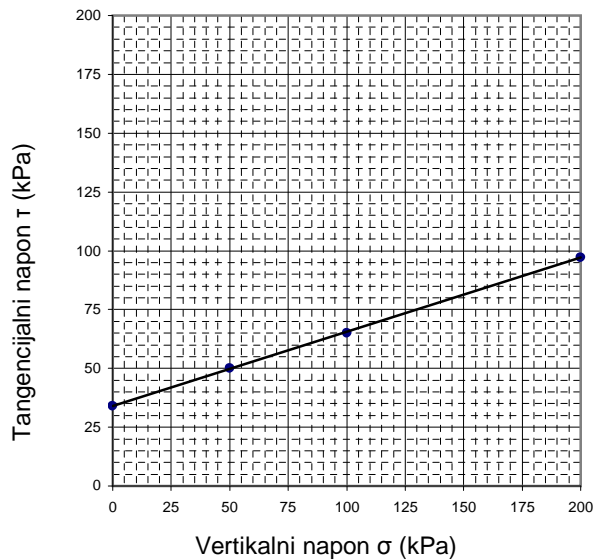
Overio:

Datum: jun. 2007.

DIREKTNO SMICANJE

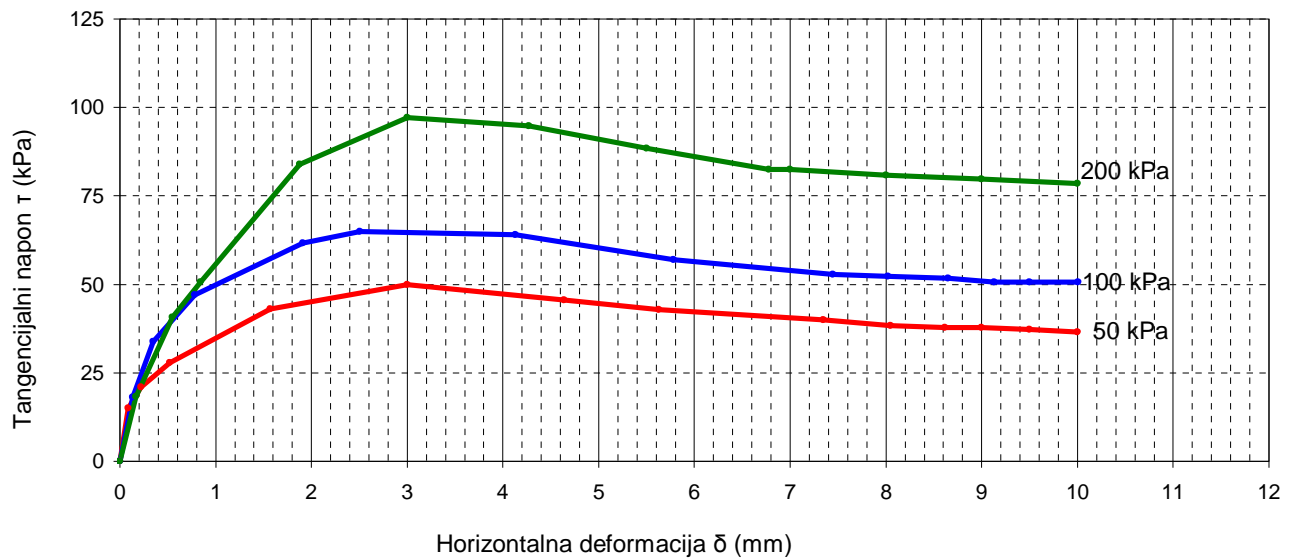
Poreklo: Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-5/ 10.0 - 10.5 / m

Metoda ispitivanja: JUS U.B1.028 (1996.)



Kriterijum za tačku loma:

1	τ_{max}		Vertikalno opter
	τ (kPa)	δ (mm)	
	50	2	50
	65	2.5	100
	97.2	3	200



τ_{max}	Prirodna vlažnost	$w = 23.2 \%$	Vreme konsolidacije	24 h
$c' = 33.9$ kPa	Zapreminska masa	$\rho = 1.97$ g/cm ³	Brzina smicanja	0.017 mm/min
$\phi' = 18^\circ$	Suva zapreminska masa	$\rho_d = 1.60$ g/cm ³		
Napomena: Direktno smicanje je rađeno u uslovima prirodne vlage				

Ispitao:

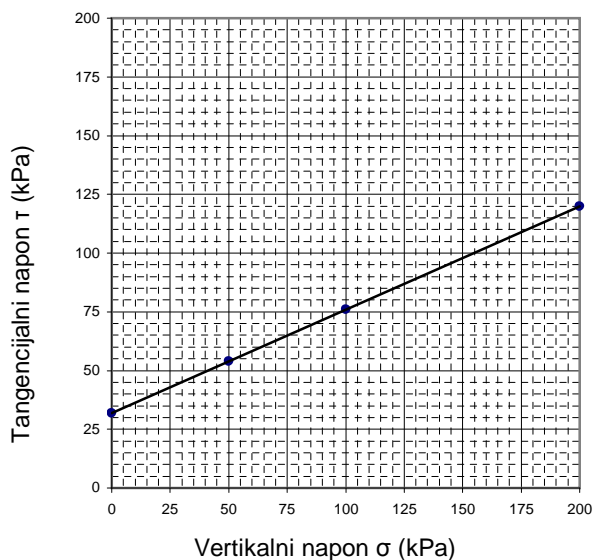
Overio:

Datum: jun. 2007.

DIREKTNO SMICANJE

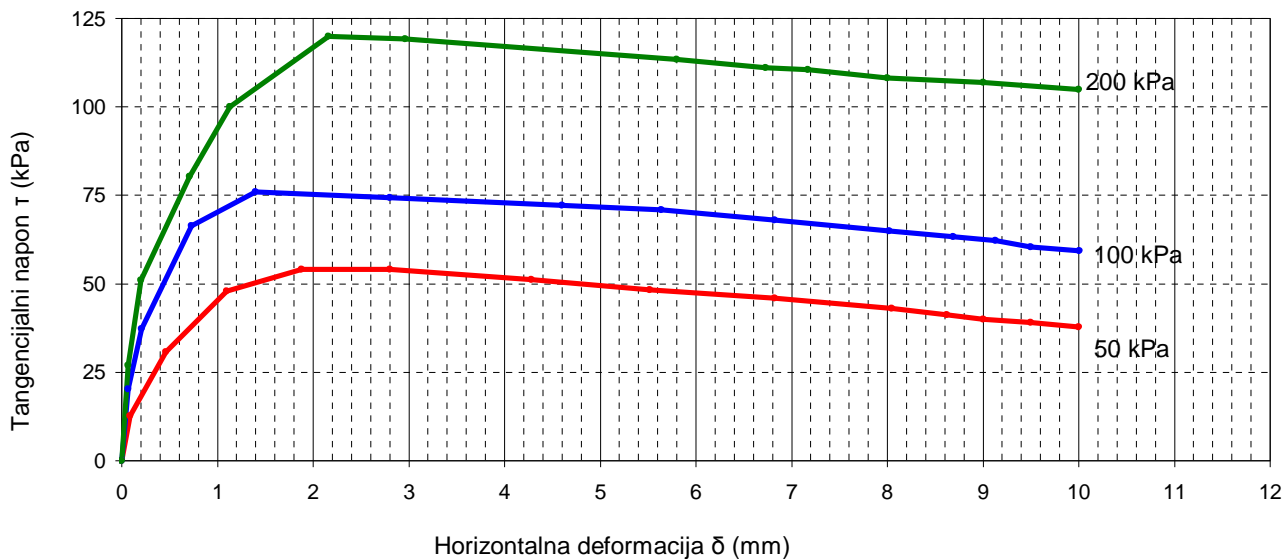
Poreklo: Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-5/ 15.7 - 16.0 / m

Metoda ispitivanja: JUS U.B1.028 (1996.)



Kriterijum za tačku loma:

1	τ_{max}		Vertikalno opter
	τ (kPa)	δ (mm)	
	54	2.8	50
	76	1.4	100
	120	2.2	200



τ_{max}	Prirodna vlažnost	$w = 32.8 \%$	Vreme konsolidacije	24 h
$c' = 32.0$ kPa	Zapreminska masa	$\rho = 1.88$ g/cm ³	Brzina smicanja	0.017 mm/min
$\phi' = 24$ °	Suva zapreminska masa	$\rho_d = 1.41$ g/cm ³		
Napomena: Direktno smicanje je rađeno u uslovima prirodne vlage				

Ispitao:

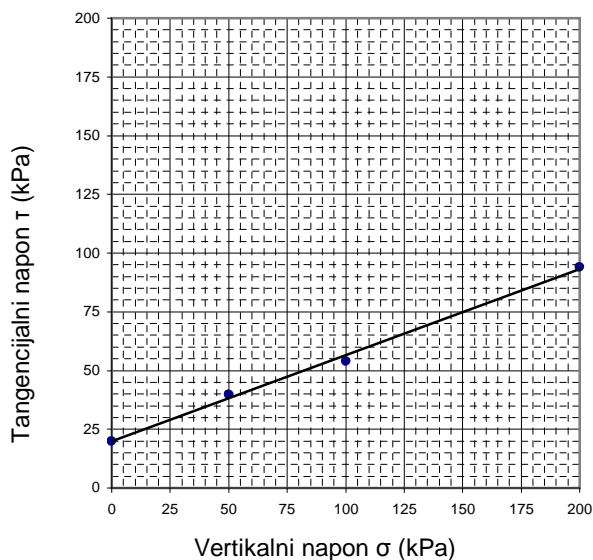
Overio:

Datum: jun. 2007.

DIREKTNO SMICANJE

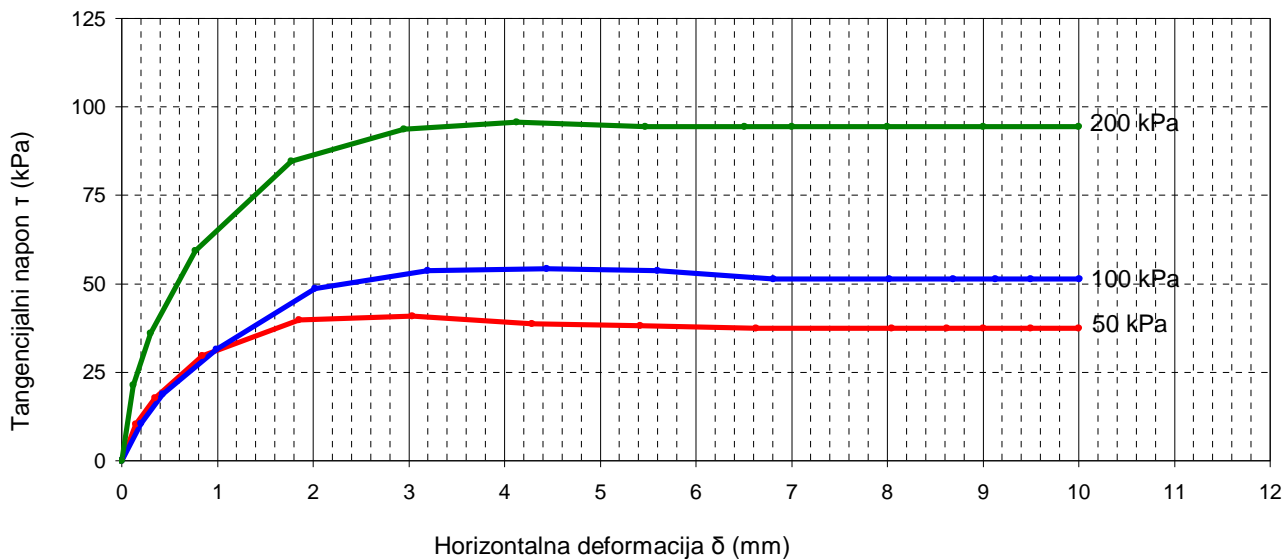
Poreklo: Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-7/ 8.7 - 8.9 / m

Metoda ispitivanja: JUS U.B1.028 (1996.)



Kriterijum za tačku loma:

1	τ_{max}		Vertikalno opter
	τ (kPa)	δ (mm)	σ (kPa)
	39.8	1.85	50
	54	3.2	100
	94	2.95	200



τ_{max}	Prirodna vlažnost	$w = 22.1 \%$	Vreme konsolidacije	24 h
$c' = 19.8$ kPa	Zapreminska masa	$\rho = 2.04$ g/cm ³	Brzina smicanja	0.017 mm/min
$\phi' = 20$ °	Suva zapreminska masa	$\rho_d = 1.67$ g/cm ³		
Napomena: Direktno smicanje je rađeno u uslovima prirodne vlage				

Ispitao:

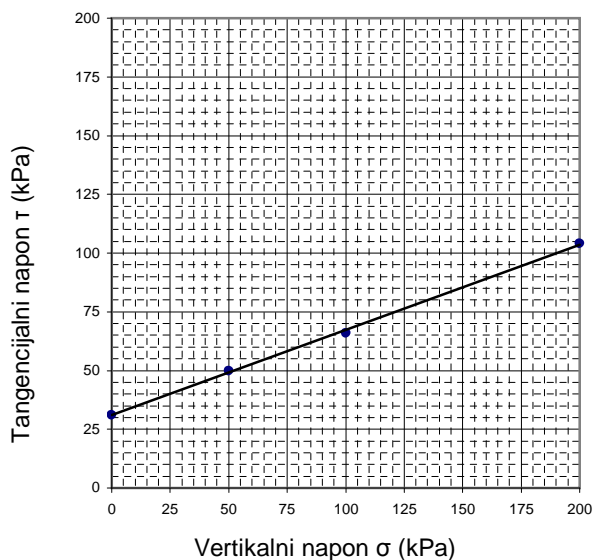
Overio:

Datum: jun. 2007.

DIREKTNO SMICANJE

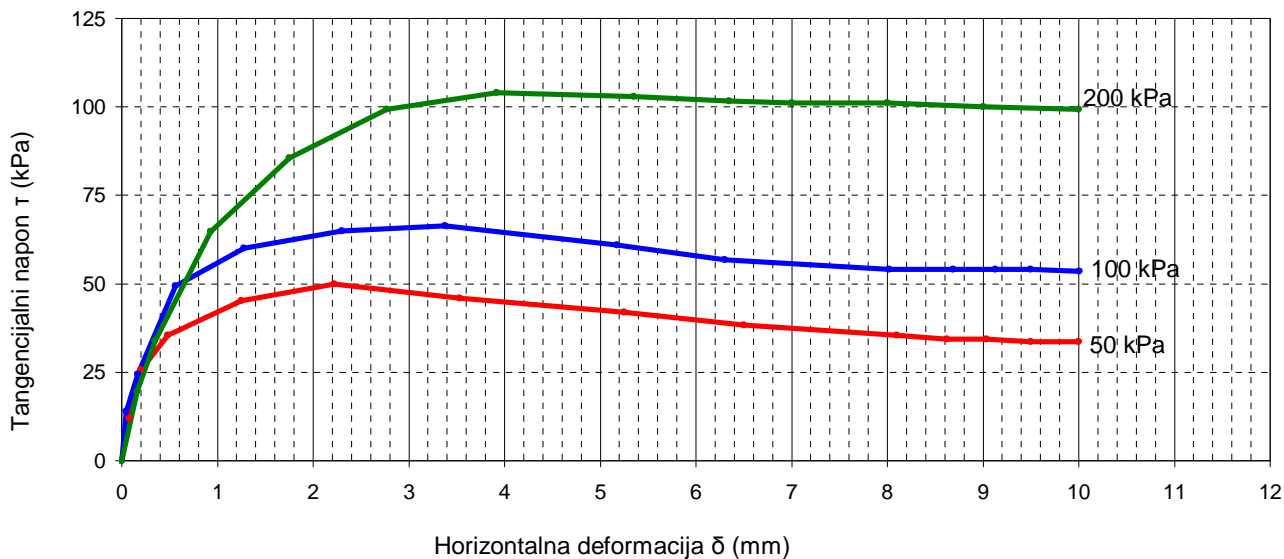
Poreklo: Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-7/13.4 - 13.6 / m

Metoda ispitivanja: JUS U.B1.028 (1996.)



Kriterijum za tačku loma:

1	τ_{max}		Vertikalno opter
	τ (kPa)	δ (mm)	
	50	2.2	50
	66	3.2	100
	104	3.9	200



τ_{max}	Prirodna vlažnost	$w = 23 \%$	Vreme konsolidacije	24 h
$c' = 31.0$ kPa	Zapreminska masa	$\rho = 2.00$ g/cm ³	Brzina smicanja	0.017 mm/min
$\phi' = 20^\circ$	Suva zapreminska masa	$\rho_d = 1.62$ g/cm ³		
Napomena: Direktno smicanje je rađeno u uslovima prirodne vlage				

Ispitao:

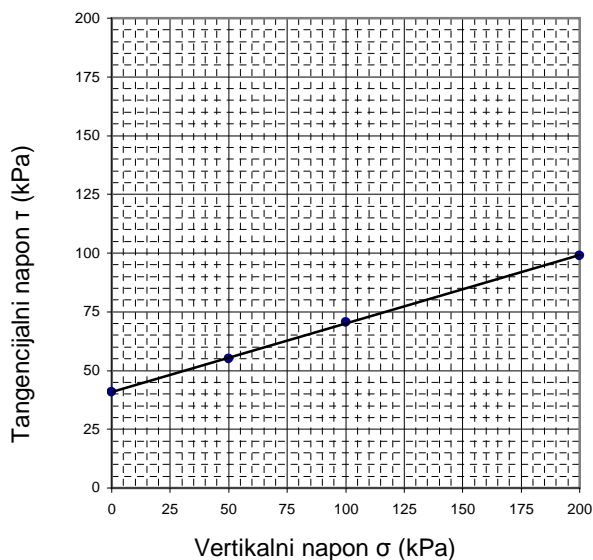
Overio:

Datum: jun. 2007.

DIREKTNO SMICANJE

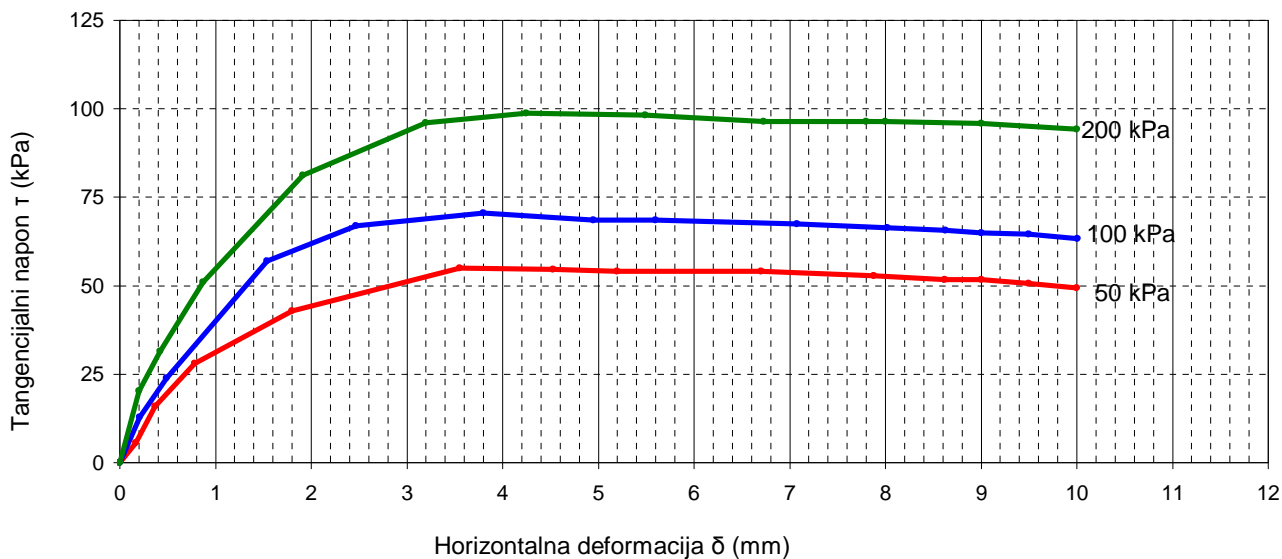
Poreklo: Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-8/ 6.1 - 6.3 / m

Metoda ispitivanja: JUS U.B1.028 (1996.)



Kriterijum za tačku loma:

1	τ_{max}		Vertikalno opter
	τ (kPa)	δ (mm)	
	55	3.5	50
	70.5	3.8	100
	99	4.2	200



τ_{max}	Prirodna vlažnost $w = 20.8 \%$	Vreme konsolidacije 24 h
$c' = 40.8$ kPa	Zapreminska masa $\rho = 1.94$ g/cm ³	Brzina smicanja 0.017 mm/min
$\phi' = 16^\circ$	Suva zapreminska masa $\rho_d = 1.60$ g/cm ³	
Napomena: Direktno smicanje je rađeno u uslovima prirodne vlage		

Ispitao:

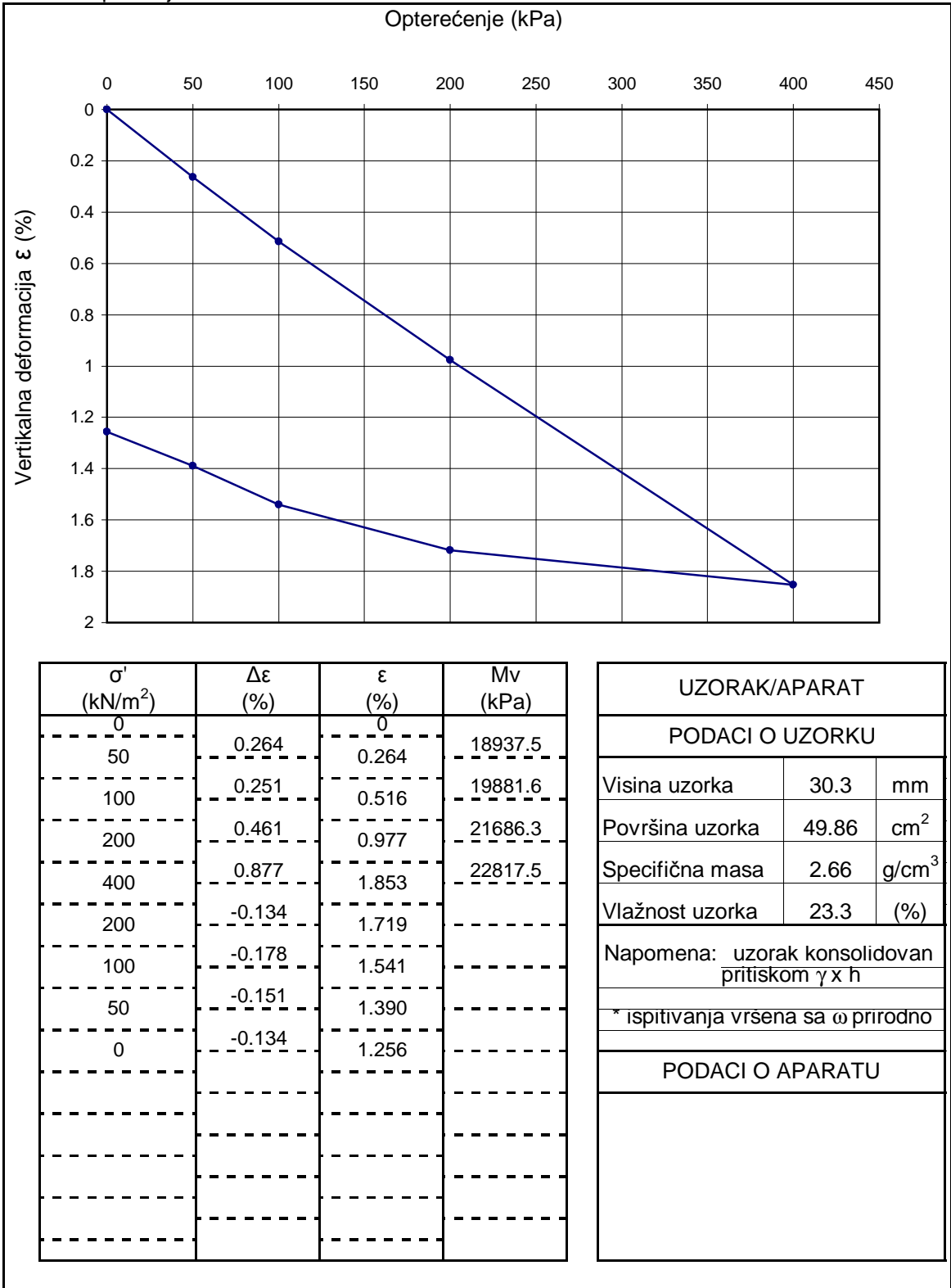
Overio:

Datum: jun. 2007.

EDOMETARSKI OPIT - DIJAGRAM RELATIVNE KOMPRESIJE

Poreklo: Ugao Kralja Milana i Kralja MilutinaK-3 / 6.6 - 6.9 / m

Metoda ispitivanja: JUS U.B1.032:1969.



Ispitao:

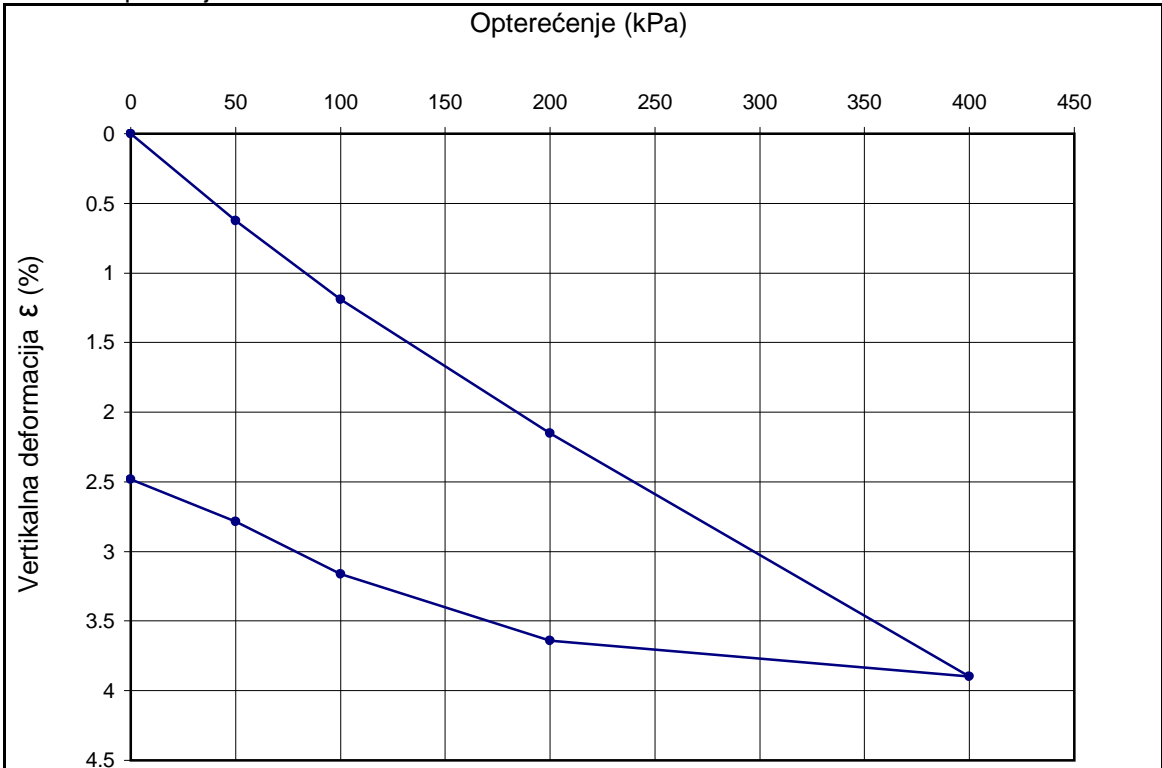
Overio:

Datum: jun 2007. god.

EDOMETARSKI OPIT - DIJAGRAM RELATIVNE KOMPRESIJE

Poreklo: Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-3 / 12.7 - 12.9 / m

Metoda ispitivanja: JUS U.B1.032:1969.



σ' (kN/m ²)	$\Delta\epsilon$ (%)	ϵ (%)	Mv (kPa)
0		0	
50	0.627	0.627	7973.7
100	0.565	1.192	8855.9
200	0.935	2.127	10692.9
400	1.770	3.897	11299.0
200	-0.257	3.640	
100	-0.479	3.160	
50	-0.375	2.785	
0	-0.305	2.480	

UZORAK/APARAT		
PODACI O UZORKU		
Visina uzorka	30.3	mm
Površina uzorka	49.86	cm ²
Specifična masa	2.72	g/cm ³
Vlažnost uzorka	31.6	(%)
Napomena: uzorak konsolidovan pritiskom $\gamma \times h$		
* ispitivanja vršena sa ω prirodno		
PODACI O APARATU		

Ispitao: _____

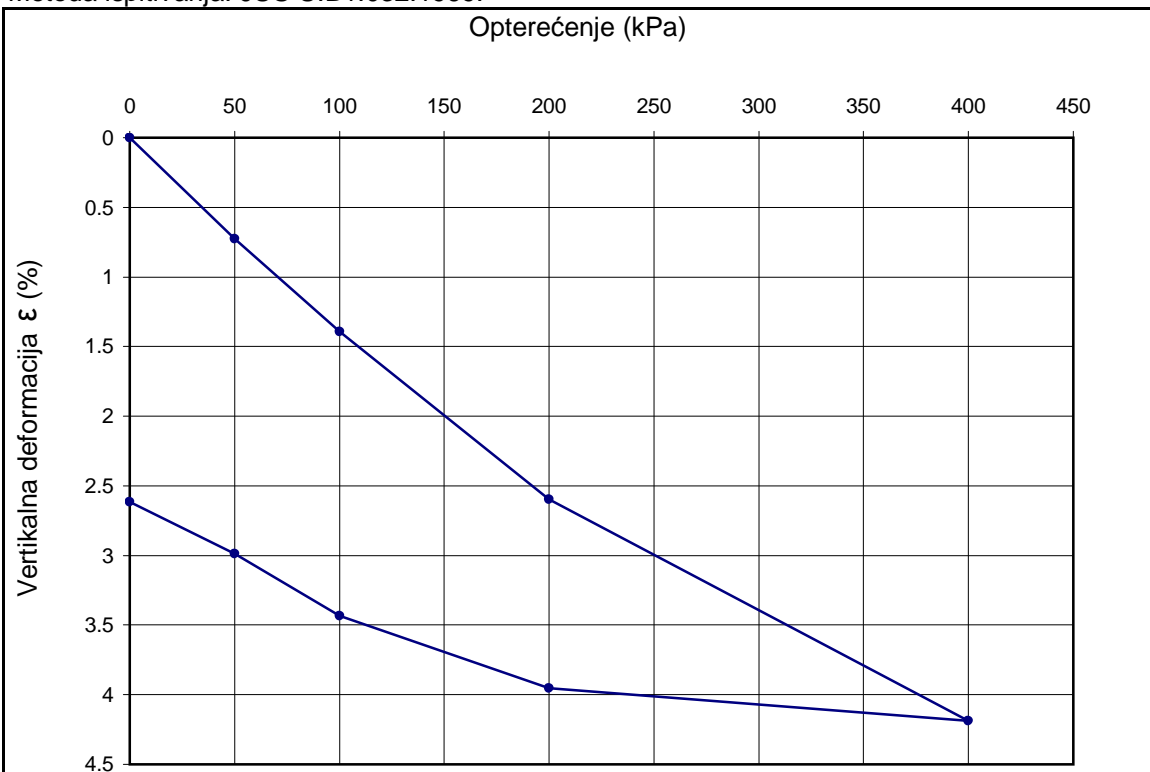
Overio: _____

Datum: jun 2007. god.

EDOMETARSKI OPIT - DIJAGRAM RELATIVNE KOMPRESIJE

Poreklo: Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-4 / 9.0 - 9.2 / m

Metoda ispitivanja: JUS U.B1.032:1969.



σ' (kN/m ²)	$\Delta\epsilon$ (%)	ϵ (%)	Mv (kPa)
0		0	
50	0.726	0.726	6886.4
100	0.665	1.391	7520.0
200	1.205	2.596	8300.0
400	1.592	4.188	12561.7
200	-0.234	3.954	
100	-0.522	3.432	
50	-0.444	2.988	
0	-0.374	2.614	

UZORAK/APARAT		
PODACI O UZORKU		
Visina uzorka	30.3	mm
Površina uzorka	49.86	cm ²
Specifična masa	2.66	g/cm ³
Vlažnost uzorka	23.4	(%)
Napomena: uzorak konsolidovan pritiskom $\gamma \times h$		
* ispitivanja vršena sa ω prirodno		
PODACI O APARATU		

Ispitao:

Overio:

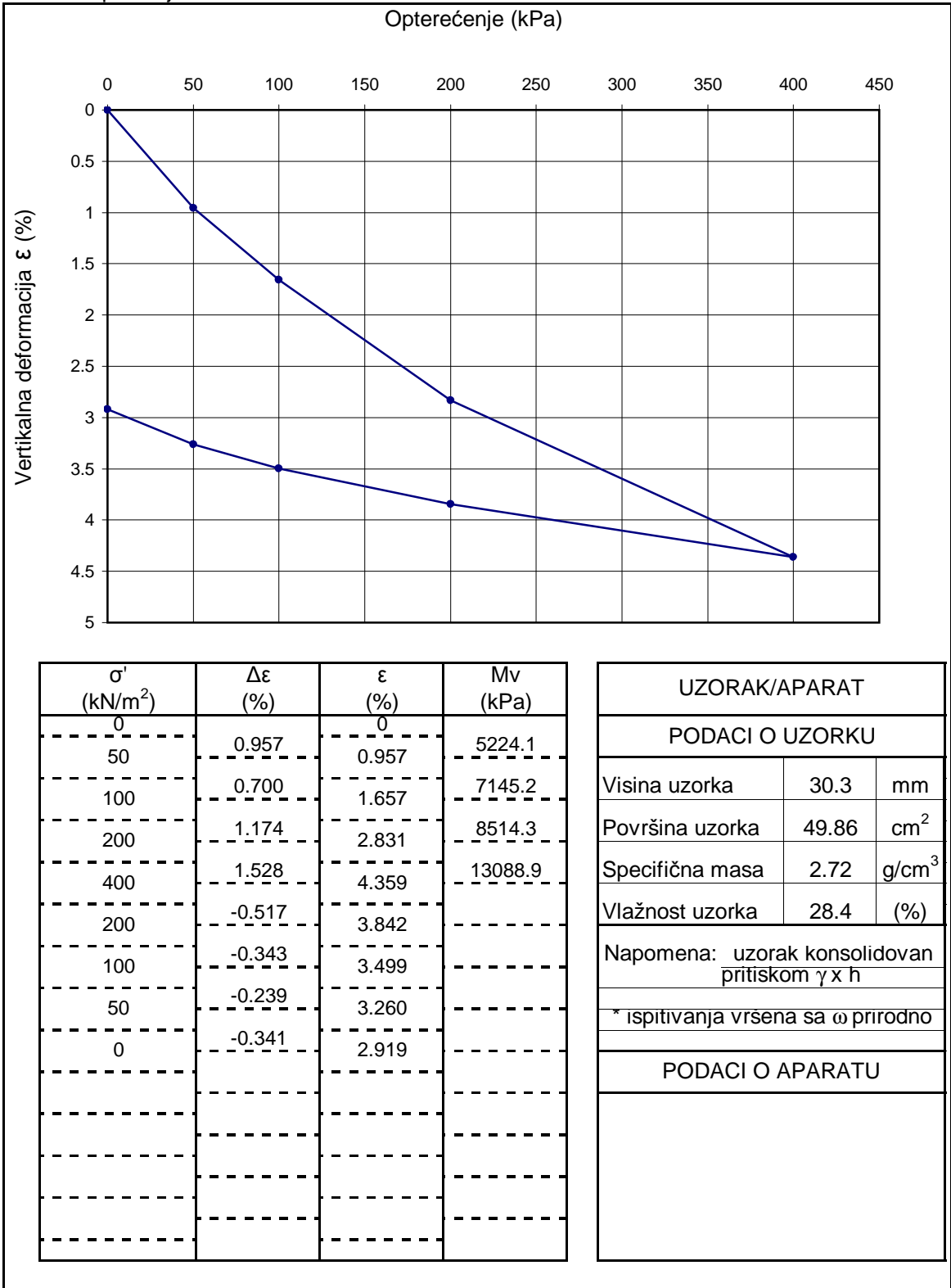
Datum: jun 2007. god.

EDOMETARSKI OPIT - DIJAGRAM RELATIVNE KOMPRESIJE

Poreklo: Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina

K-4 / 14.0 - 14.25 / m

Metoda ispitivanja: JUS U.B1.032:1969.



Ispitao:

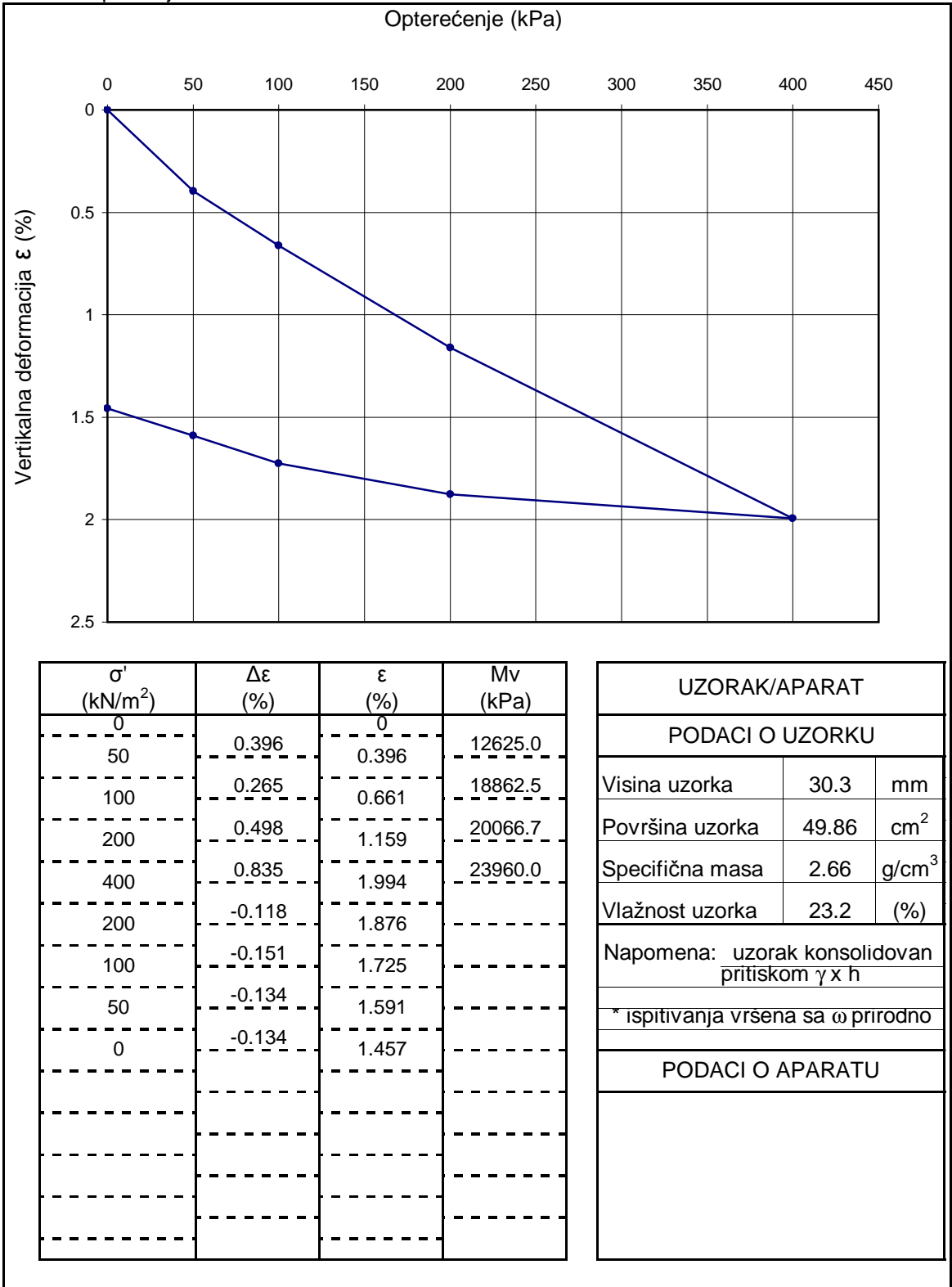
Overio:

Datum: jun 2007. god.

EDOMETARSKI OPIT - DIJAGRAM RELATIVNE KOMPRESIJE

Poreklo: Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-5 /10.0 - 10.3 / m

Metoda ispitivanja: JUS U.B1.032:1969.



Ispitao: _____

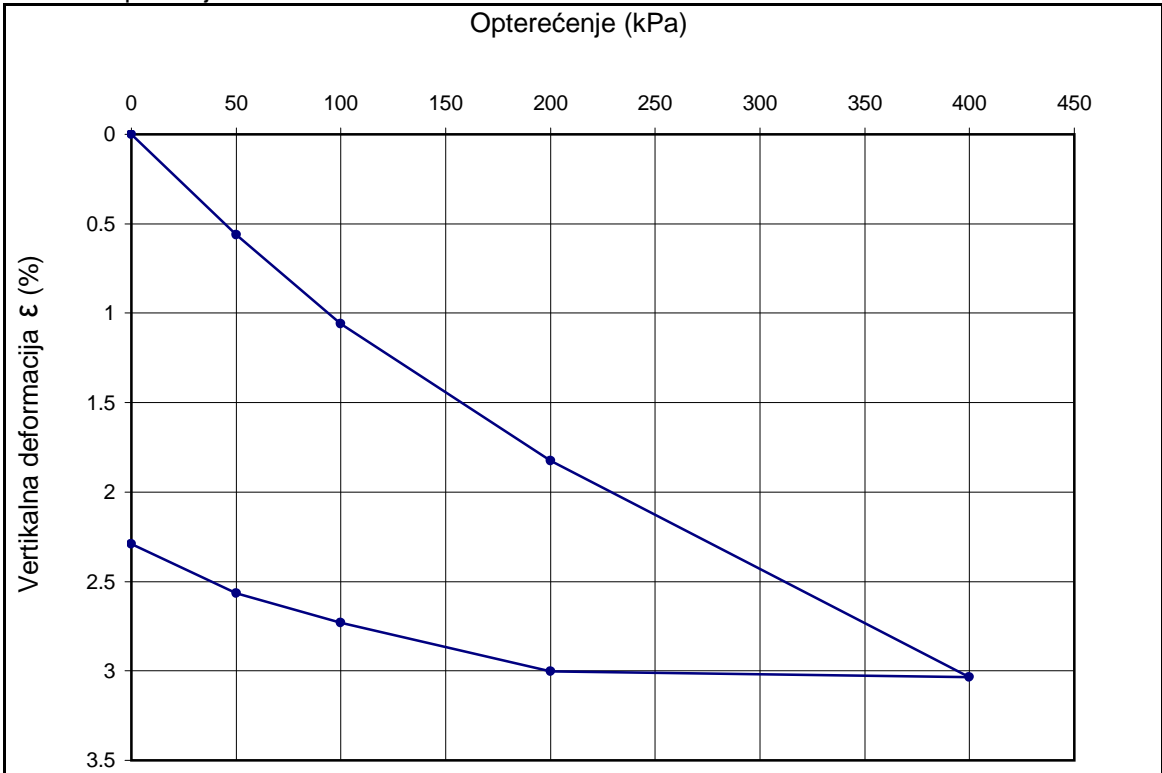
Overio: _____

Datum: jun 2007. god.

EDOMETARSKI OPIT - DIJAGRAM RELATIVNE KOMPRESIJE

Poreklo: Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-5 /15.7 - 16.6 / m

Metoda ispitivanja: JUS U.B1.032:1969.



σ' (kN/m ²)	$\Delta\epsilon$ (%)	ϵ (%)	M_v (kPa)
0		0	
50	0.561	0.561	8911.8
100	0.498	1.059	10043.3
200	0.767	1.826	13034.8
400	1.210	3.036	16527.8
200	-0.034	3.002	
100	-0.272	2.730	
50	-0.163	2.567	
0	-0.278	2.290	

UZORAK/APARAT		
PODACI O UZORKU		
Visina uzorka	30.3	mm
Površina uzorka	49.86	cm ²
Specifična masa	2.71	g/cm ³
Vlažnost uzorka	32.8	(%)
Napomena: uzorak konsolidovan pritiskom $\gamma \times h$		
* ispitivanja vršena sa ω prirodno		
PODACI O APARATU		

Ispitao:

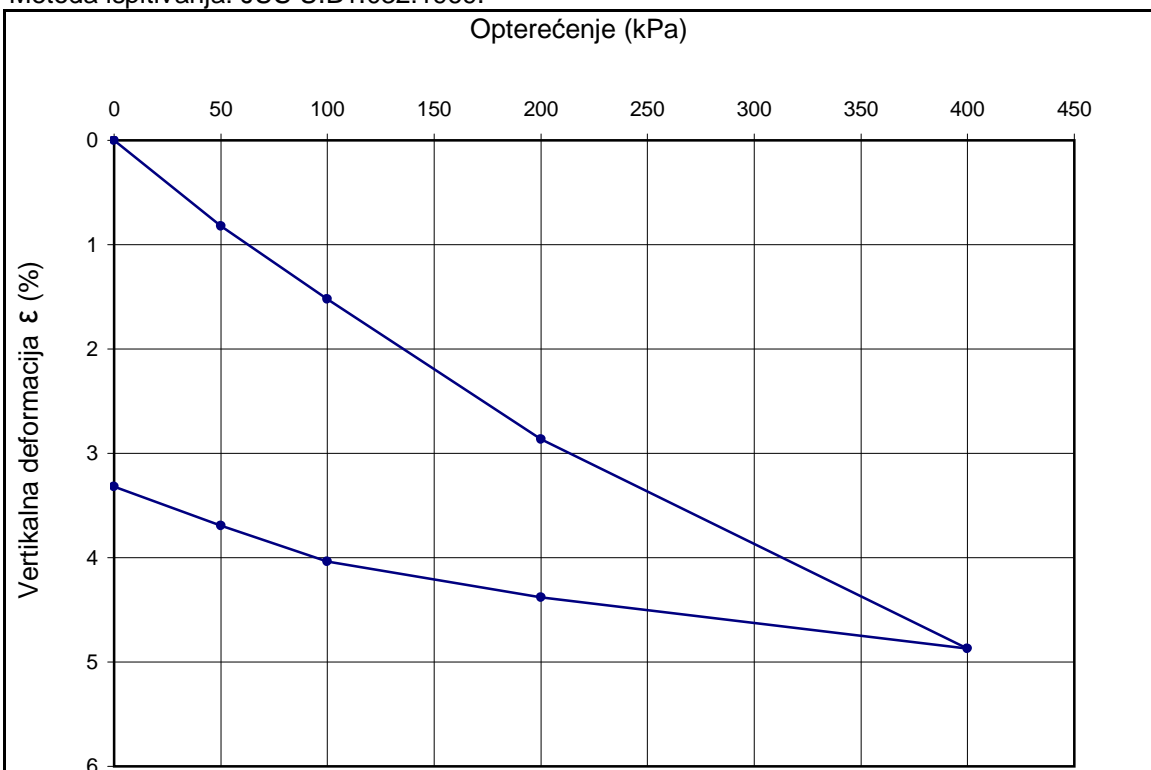
Overio:

Datum: jun 2007. god.

EDOMETARSKI OPIT - DIJAGRAM RELATIVNE KOMPRESIJE

Poreklo: Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-7 /8.7 -8.9/ m

Metoda ispitivanja: JUS U.B1.032:1969.



σ' (kN/m ²)	$\Delta\epsilon$ (%)	ϵ (%)	Mv (kPa)
0		0	
50	0.825	0.825	6060.0
100	0.699	1.524	7154.8
200	1.340	2.864	7460.0
400	2.004	4.868	9979.7
200	-0.485	4.383	
100	-0.345	4.038	
50	-0.344	3.695	
0	-0.377	3.318	

UZORAK/APARAT		
PODACI O UZORKU		
Visina uzorka	30.3	mm
Površina uzorka	49.86	cm ²
Specifična masa	2.66	g/cm ³
Vlažnost uzorka	22.1	(%)
Napomena: uzorak konsolidovan pritiskom $\gamma \times h$		
* ispitivanja vršena sa ω prirodno		
PODACI O APARATU		

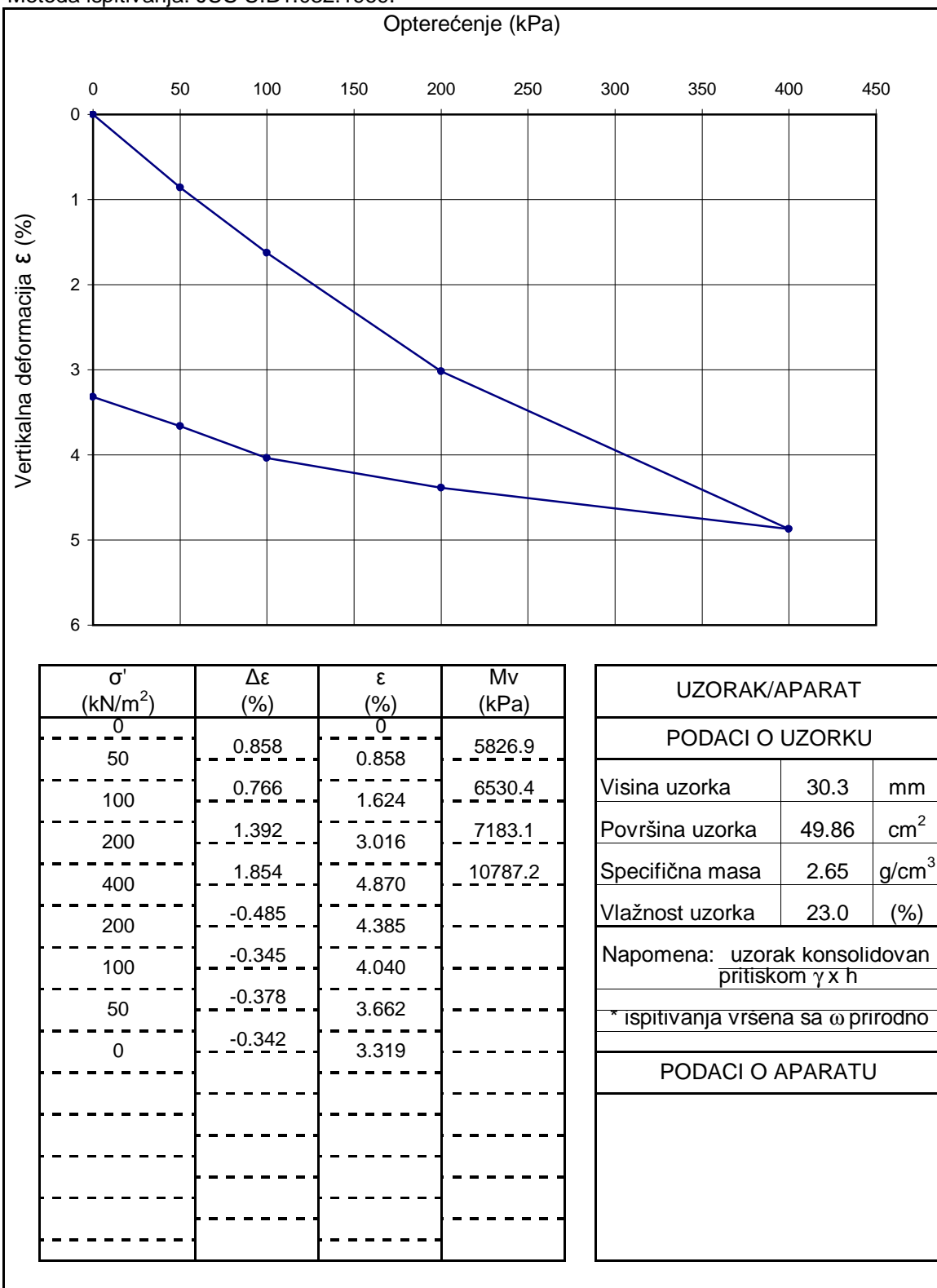
Ispitao: _____

Overio: _____

Datum: jun 2007. god.

EDOMETARSKI OPIT - DIJAGRAM RELATIVNE KOMPRESIJEPoreklo: Ugao Kralja Milana i Kralja MilutinaK-7 /13.4 - 13.6/ m

Metoda ispitivanja: JUS U.B1.032:1969.



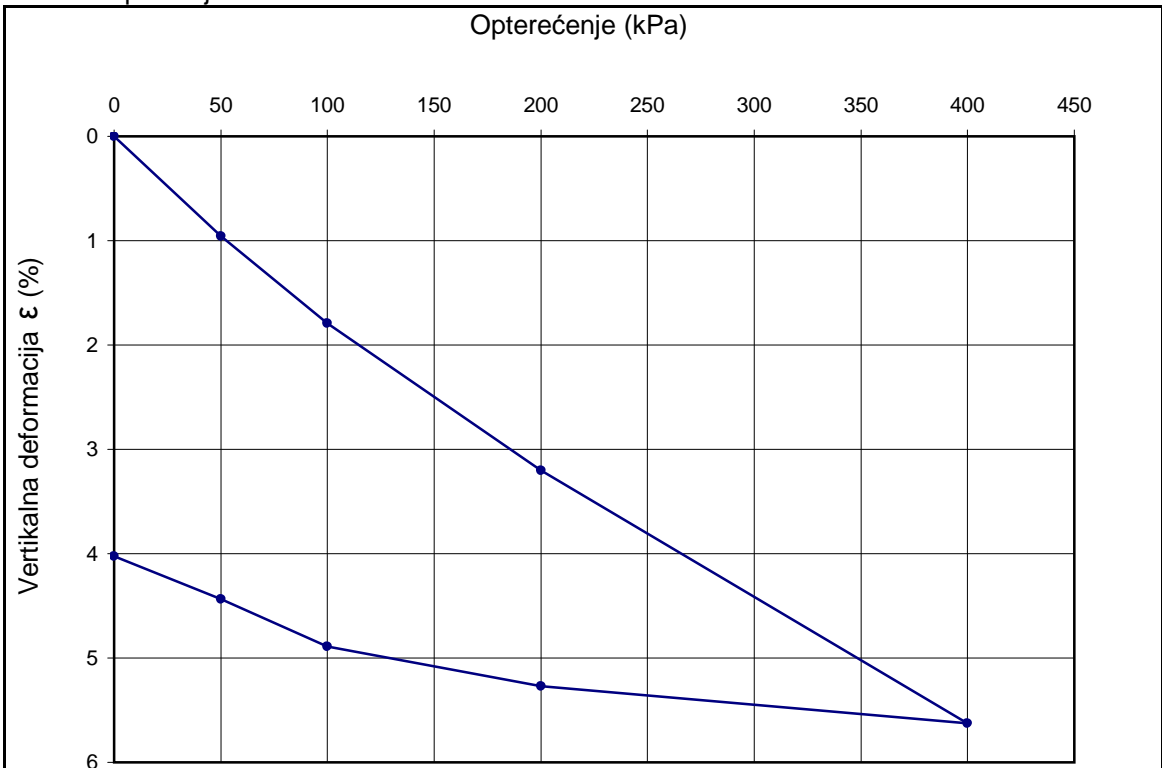
Ispitao: _____

Overio: _____

Datum: jun 2007. god.

EDOMETARSKI OPIT - DIJAGRAM RELATIVNE KOMPRESIJEPoreklo: Ugao Kralja Milana i Kralja MilutinaK-8 /6.1 -6.3/ m

Metoda ispitivanja: JUS U.B1.032:1969.



σ' (kN/m ²)	$\Delta\epsilon$ (%)	ϵ (%)	Mv (kPa)
0		0	
50	0.957	0.957	5224.1
100	0.833	1.790	6002.0
200	1.411	3.201	7085.7
400	2.427	5.628	8241.6
200	-0.356	5.272	
100	-0.383	4.889	
50	-0.451	4.438	
0	-0.414	4.024	

UZORAK/APARAT

PODACI O UZORKU

Visina uzorka	30.3	mm
Površina uzorka	49.86	cm ²
Specifična masa	2.65	g/cm ³
Vlažnost uzorka	20.8	(%)

Napomena: uzorak konsolidovan
pritiskom $\gamma \times h$ * ispitivanja vršena sa ω prirodno

PODACI O APARATU

Ispitao:

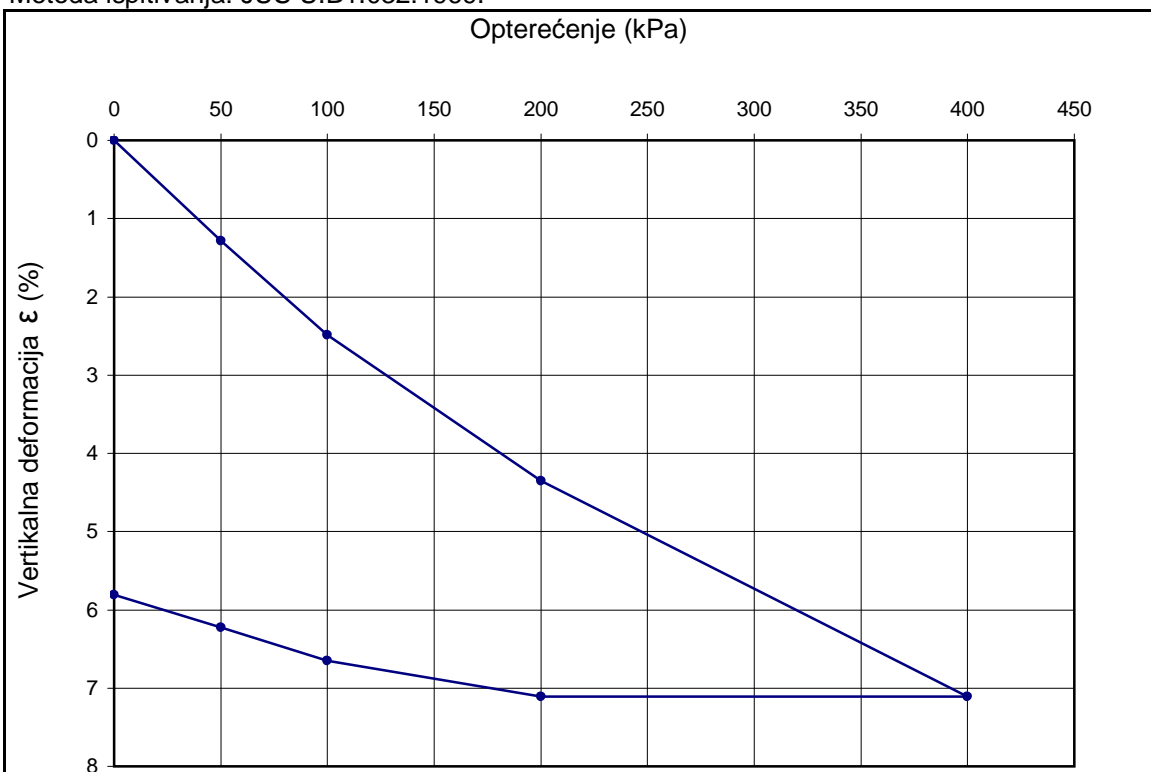
Overio:

Datum: jun 2007. god.

EDOMETARSKI OPIT - DIJAGRAM RELATIVNE KOMPRESIJE

Poreklo: Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-8 /13.5 -13.8/ m

Metoda ispitivanja: JUS U.B1.032:1969.



σ' (kN/m ²)	$\Delta\epsilon$ (%)	ϵ (%)	Mv (kPa)
0		0	
50	1.287	1.287	3884.6
100	1.204	2.491	4154.2
200	1.861	4.352	5372.7
400	2.759	7.111	7250.0
200	0.000	7.111	
100	-0.461	6.650	
50	-0.424	6.226	
0	-0.422	5.804	

UZORAK/APARAT		
PODACI O UZORKU		
Visina uzorka	30.3	mm
Površina uzorka	49.86	cm ²
Specifična masa	2.66	g/cm ³
Vlažnost uzorka	21.5	(%)
Napomena: uzorak konsolidovan pritiskom $\gamma \times h$		
* ispitivanja vršena sa ω prirodno		
PODACI O APARATU		

Ispitao: _____

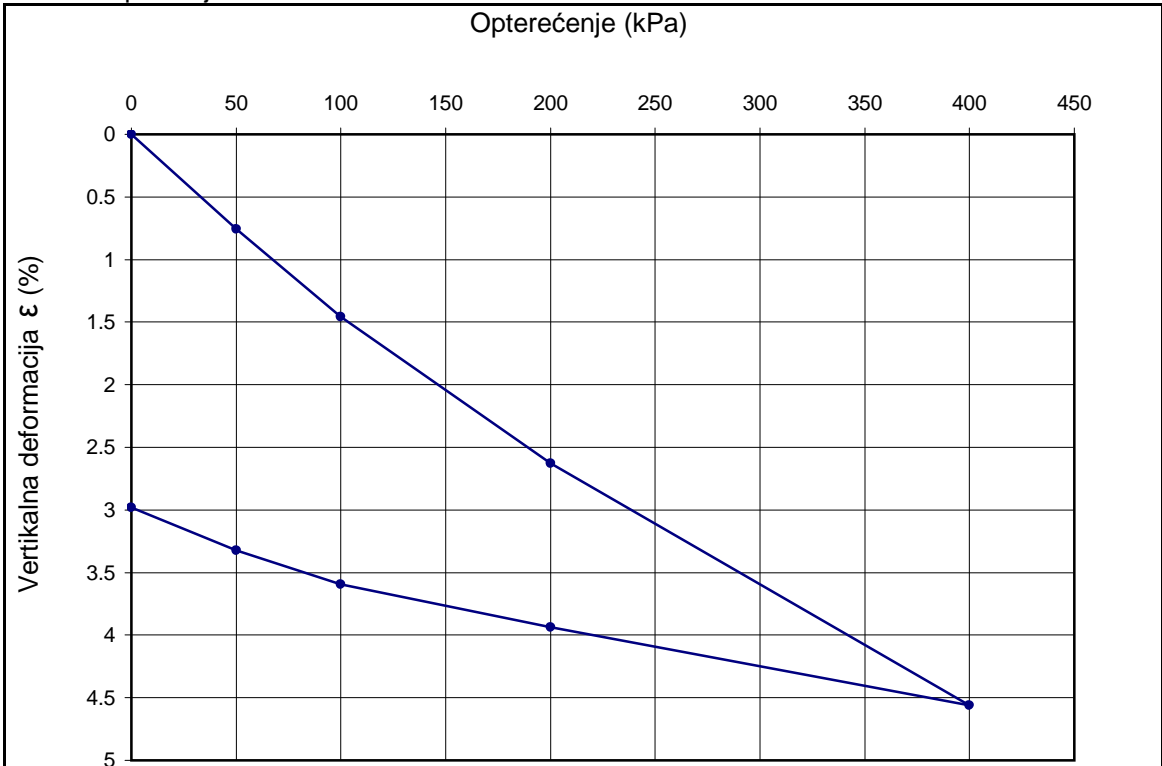
Overio: _____

Datum: jun 2007. god.

EDOMETARSKI OPIT - DIJAGRAM RELATIVNE KOMPRESIJE

Poreklo: Ugao Kralja Milana i Kralja MilutinaK-9 /9.5 -9.8/ m

Metoda ispitivanja: JUS U.B1.032:1969.



σ' (kN/m ²)	$\Delta\varepsilon$ (%)	ε (%)	M_v (kPa)
0		0	
50	0.759	0.759	6587.0
100	0.698	1.457	7159.5
200	1.172	2.630	8531.4
400	1.932	4.561	10354.4
200	-0.622	3.939	
100	-0.343	3.596	
50	-0.274	3.322	
0	-0.341	2.981	

UZORAK/APARAT		
PODACI O UZORKU		
Visina uzorka	30.3	mm
Površina uzorka	49.86	cm ²
Specifična masa	2.65	g/cm ³
Vlažnost uzorka	21.8	(%)
Napomena: uzorak konsolidovan pritiskom $\gamma \times h$		
* ispitivanja vršena sa ω prirodno		
PODACI O APARATU		

Ispitao:

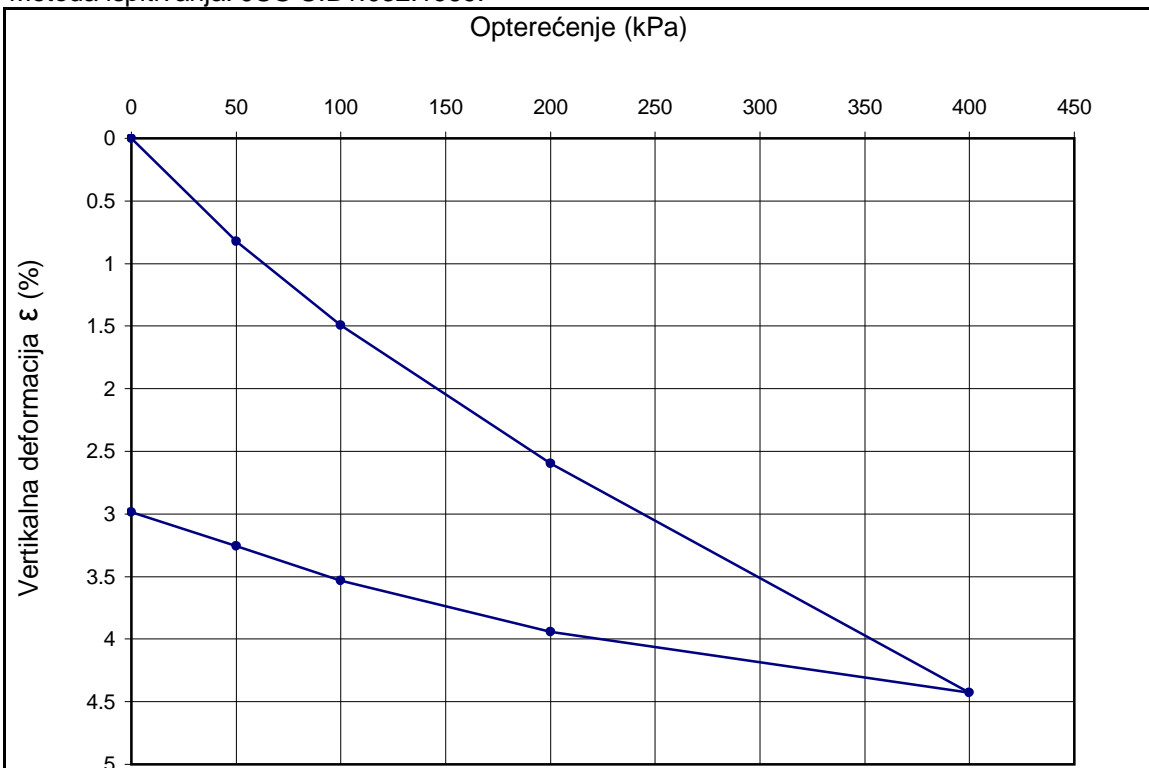
Overio:

Datum: jun 2007. god.

EDOMETARSKI OPIT - DIJAGRAM RELATIVNE KOMPRESIJE

Poreklo: Ugao Kralja Milana i Kralja MilutinaK-9 /13.7 - 14.0 / m

Metoda ispitivanja: JUS U.B1.032:1969.



σ' (kN/m ²)	$\Delta\varepsilon$ (%)	ε (%)	Mv (kPa)
0		0	
50	0.825	0.825	6060.0
100	0.666	1.491	7512.5
200	1.106	2.596	9045.5
400	1.829	4.425	10933.3
200	-0.483	3.942	
100	-0.412	3.530	
50	-0.274	3.257	
0	-0.273	2.984	

UZORAK/APARAT

PODACI O UZORKU

Visina uzorka	30.3	mm
Površina uzorka	49.86	cm ²
Specifična masa	2.71	g/cm ³
Vlažnost uzorka	28.4	(%)

Napomena: uzorak konsolidovan
pritiskom $\gamma \times h$ * ispitivanja vršena sa ω prirodno

PODACI O APARATU

Ispitao:

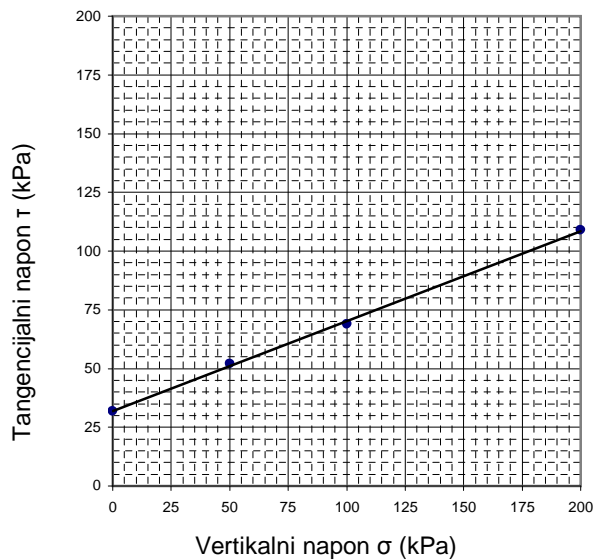
Overio:

Datum: jun 2007. god.

DIREKTNO SMICANJE

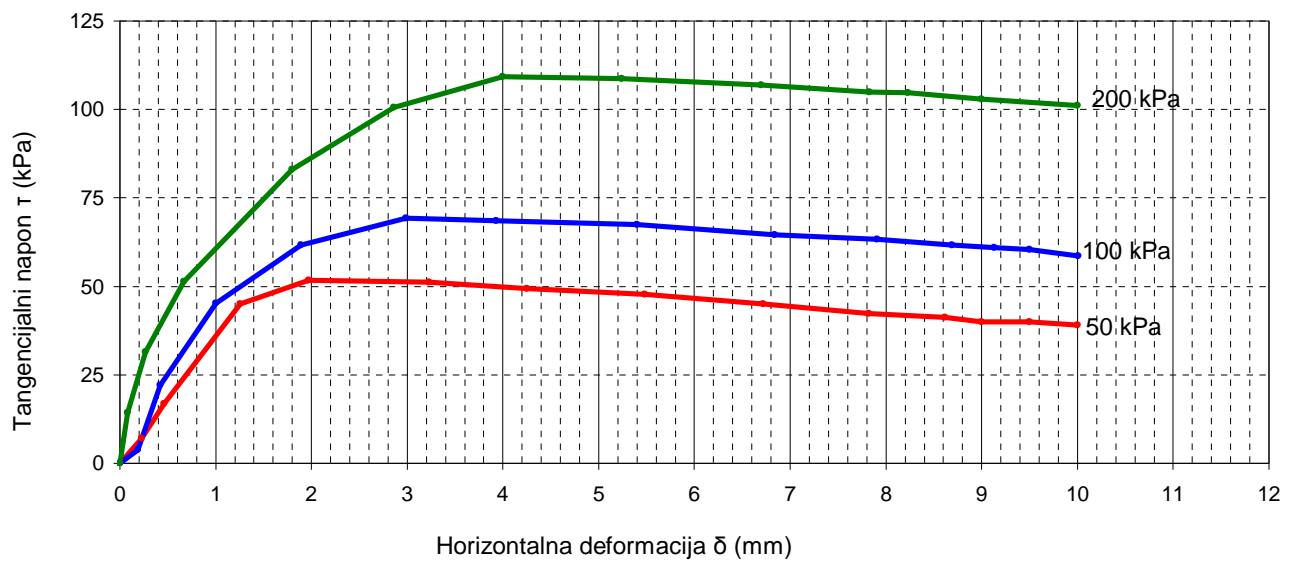
Poreklo: Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-8/ 13.5 - 13.8 / m

Metoda ispitivanja: JUS U.B1.028 (1996.)



Kriterijum za tačku loma:

1	τ_{max}		Vertikalno opter
	τ (kPa)	δ (mm)	
	52	2	50
	69	3	100
	109	4	200



τ_{max}	Prirodna vlažnost $w = 21.5 \%$	Vreme konsolidacije 24 h
$c' = 32.0$ kPa	Zapreminska masa $\rho = 2.05$ g/cm ³	Brzina smicanja 0.017 mm/min
$\phi' = 21^\circ$	Suva zapreminska masa $\rho_d = 1.68$ g/cm ³	
Napomena: Direktno smicanje je rađeno u uslovima prirodne vlage		

Ispitao: _____

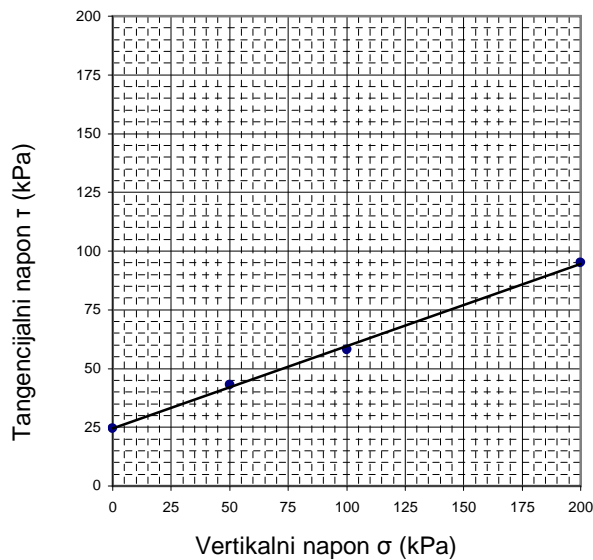
Overio: _____

Datum: jun. 2007.

DIREKTNO SMICANJE

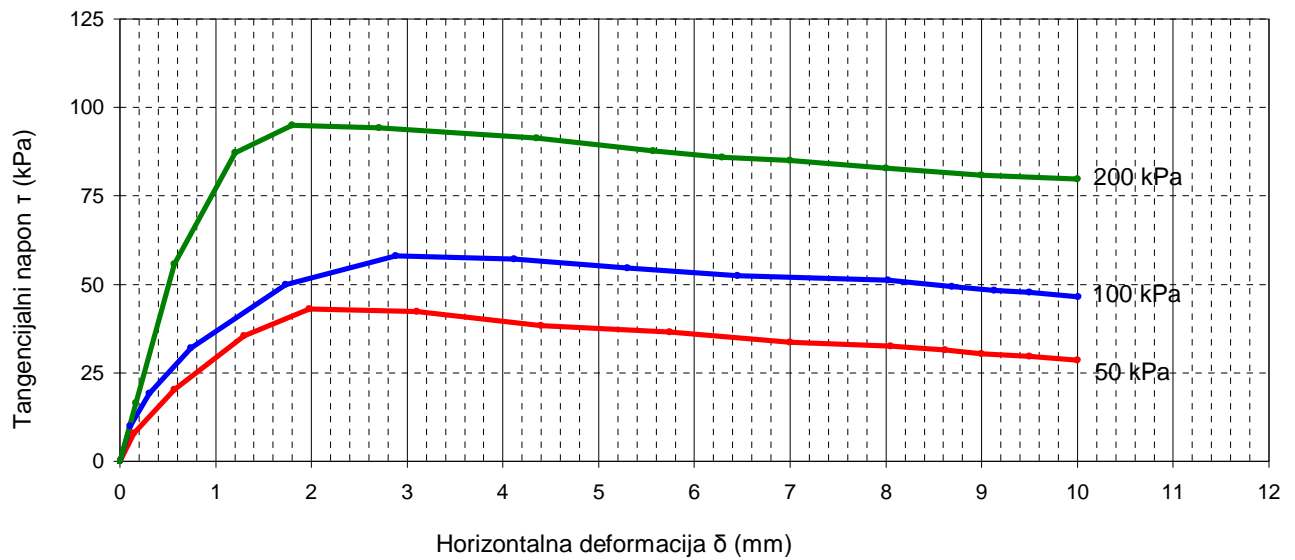
Poreklo: Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-9/ 9.5 - 9.8 / m

Metoda ispitivanja: JUS U.B1.028 (1996.)



Kriterijum za tačku loma:

1	τ_{max}		Vertikalno opter
	τ (kPa)	δ (mm)	
	43	1.98	50
	58	2.9	100
	95	1.8	200



τ_{max}	Prirodna vlažnost	$w = 21.8 \%$	Vreme konsolidacije	24 h
$c' = 24.5$ kPa	Zapreminska masa	$\rho = 2.01$ g/cm ³	Brzina smicanja	0.017 mm/min
$\phi' = 19^\circ$	Suva zapreminska masa	$\rho_d = 1.65$ g/cm ³		
Napomena: Direktno smicanje je rađeno u uslovima prirodne vlage				

Ispitao:

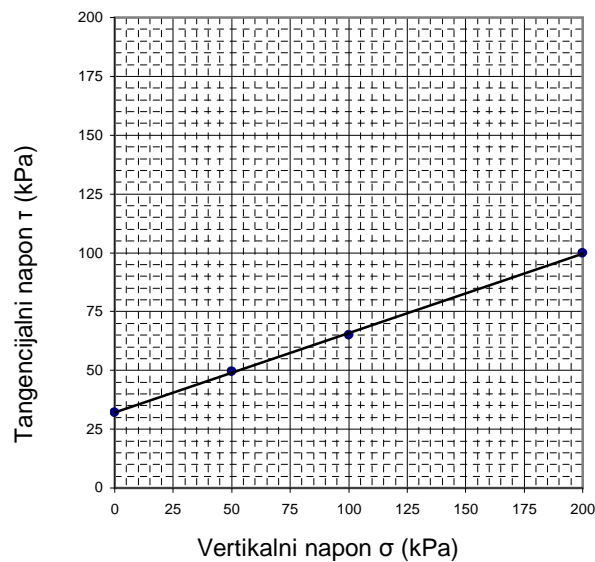
Overio:

Datum: jun. 2007.

DIREKTNO SMICANJE

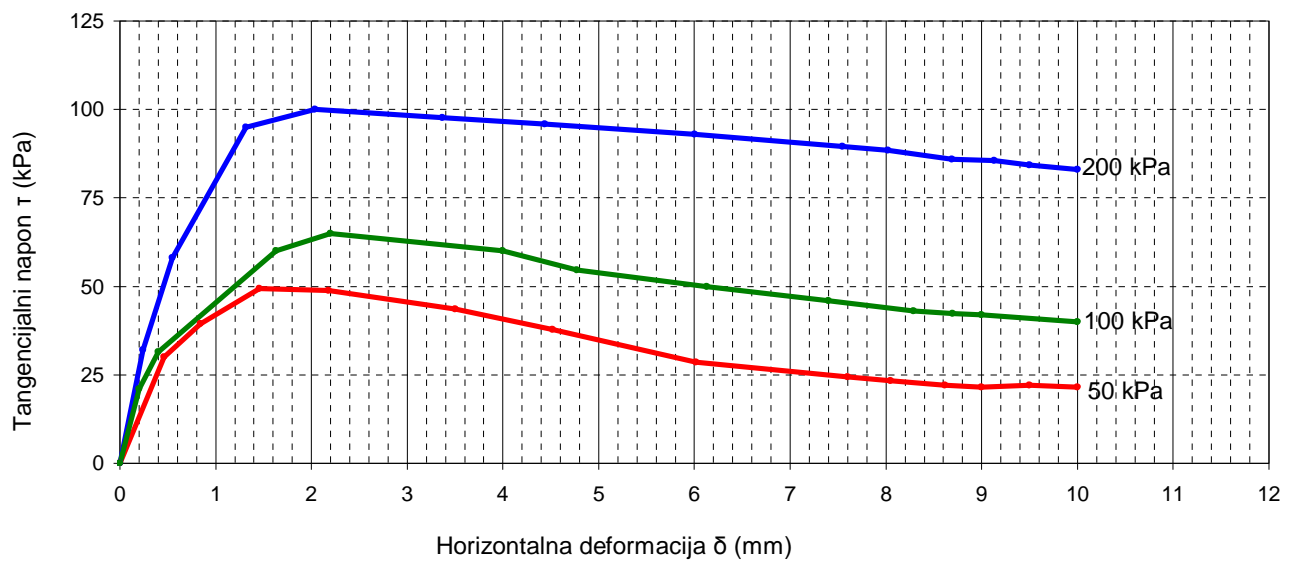
Poreklo: Ugao Kralja Milana i Kralja Milutina
K-9/ 13.7 - 14.0 / m

Metoda ispitivanja: JUS U.B1.028 (1996.)



Kriterijum za tačku loma:

1	τ_{max}		Vertikalno opter
	τ (kPa)	δ (mm)	
	49.5	1.5	50
	65	2.2	100
	100	2	200



τ_{max}	Prirodna vlažnost	$w = 28.4 \%$	Vreme konsolidacije	24 h
$c' = 32.0$ kPa	Zapreminska masa	$\rho = 1.93$ g/cm ³	Brzina smicanja	0.017 mm/min
$\phi' = 19^\circ$	Suva zapreminska masa	$\rho_d = 1.50$ g/cm ³		
Napomena: Direktno smicanje je rađeno u uslovima prirodne vlage				

Ispitao:

Overio:

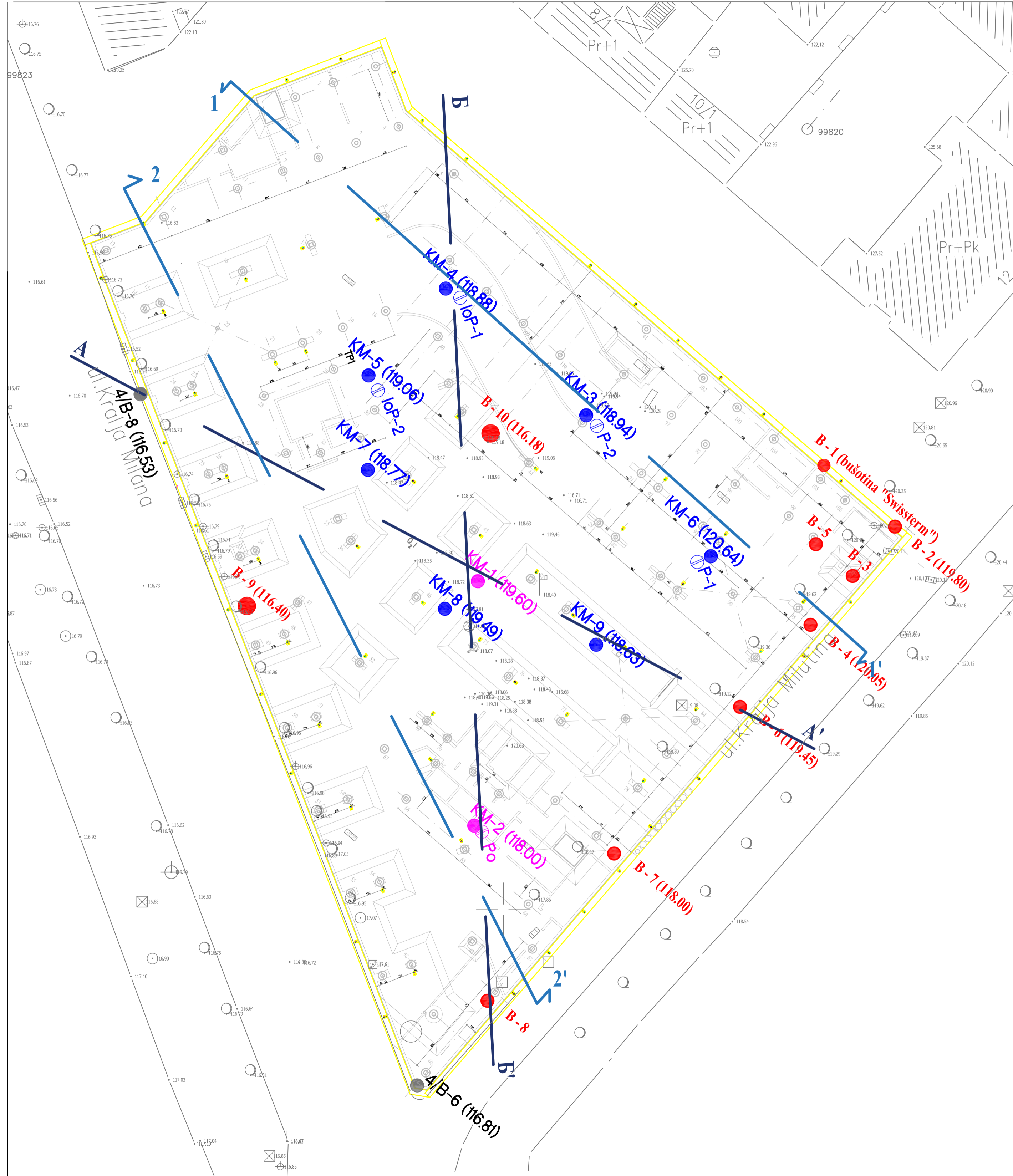
Datum: jun. 2007.

ГРАФИЧКИ ПРИЛОЗИ

ЛЕГЕНДА

- 4/B - 6 (116.81)
- KM - 1 (119.60)
- KM - 6 (120.64)
- B - 4 (120.05)
- A—A'
- B—B'

- Бушотина коришћена из архивске документације
- I фаза истраживања
- II фаза истраживања
- III фаза истраживања
- Инжењерскогеолошки пресек терена
- Геотехнички пресек



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
 Рударско - геолошки факултет
 Буштина 7, Београд



UNIVERSITY OF BELGRADE
 Faculty of mining and geology
 Džusina 7, Belgrade

Тема Мастер рада:
ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ИЗГРАДЊЕ ХОТЕЛА "ХИЛТОН" У БЕОГРАДУ

Назив прилога:
СИТУАЦИЈА СА ПОЛОЖАЈЕМ ИСТРАЖНИХ РАДОВА

Студент:
 Александра Комад Вучковић
 Г 618/23

Датум:
 Новембар 2024.

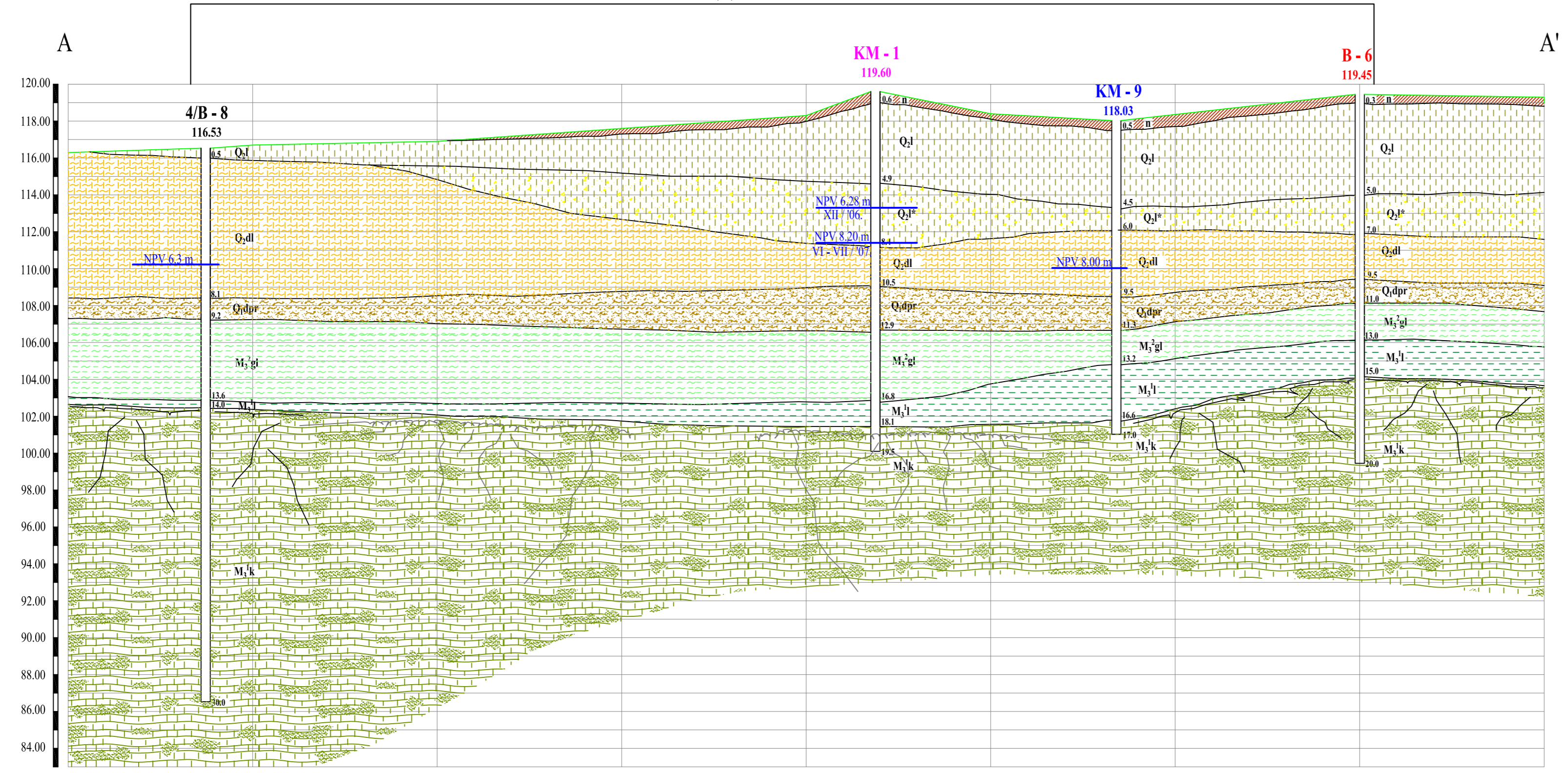
Размера:
 1:250

Број прилога:
1.

ЛЕГЕНДА

- n Насип
- Q₂l Падински лес
- Q₂l* Барски лес
- Q₂dl Делувијална прашинаста глина
- Q₁dpr Делувијално - пролувијална песковита прашина
- M₃²gl Лапоровите глине
- M₃¹l Табличасти лапори
- M₃¹k Спрудни кречњак
- Ниво подземне воде

ПОДРУЧЈЕ ОБЈЕКТА



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Рударско - геолошки факултет
Бушвина 7, Београд



UNIVERSITY OF BELGRADE
Faculty of mining and geology
Djusina 7, Belgrade

Тема Мастер рада:
ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ИЗГРАДЊЕ ХОТЕЛА "ХИЛТОН" У БЕОГРАДУ

Назив прилога:
ИНЖЕЊЕРСКОГЕОЛОШКИ ПРЕСЕК ТЕРЕНА А - А'

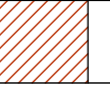
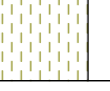
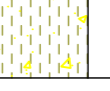



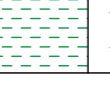


Студент:
Александра Комад Вучковић
Г 618/23

Датум:
Новембар 2024.

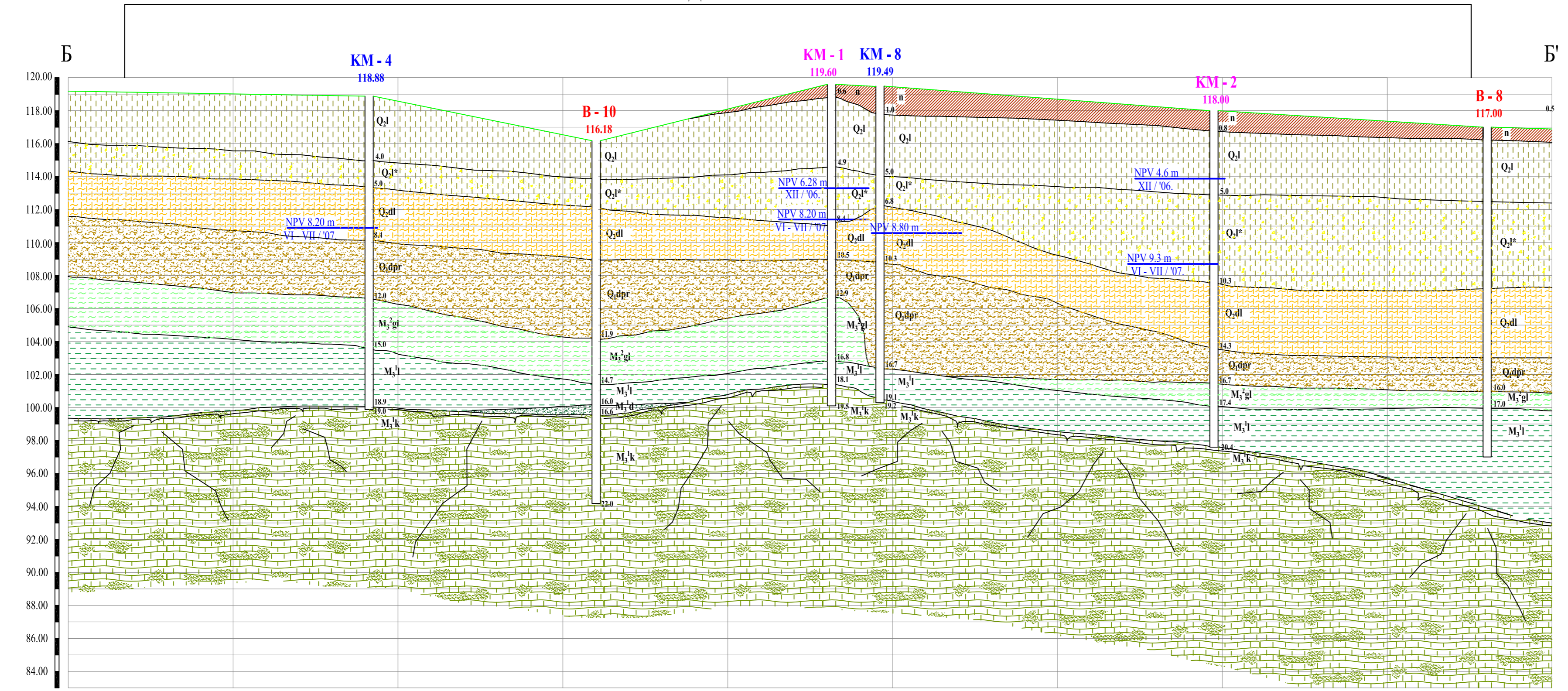
Размера:
1:200

Број прилога:
2.1

ЛЕГЕНДА

-  n Насип
-  Q₂l Падински лес
-  Q₂l* Барски лес
-  Q₂dl Делувијална прашинаста глина
-  Q₁dpr Делувијално - пролувијална песковита прашина
-  M₃²gl Лапоровите глине
-  M₃¹l Табличасти лапори
-  M₃¹k Спрудни кречњак
-  Ниво подземне воде

ПОДРУЧЈЕ ОБЈЕКТА



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Рударско - геолошки факултет
Бушвина 7, Београд



UNIVERSITY OF BELGRADE
Faculty of mining and geology
Djusina 7, Belgrade

Тема Мастер рада:
ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ИЗГРАДЊЕ ХОТЕЛА "ХИЛТОН" У БЕОГРАДУ

Назив прилога:
ИНЖЕЊЕРСКОГЕОЛОШКИ ПРЕСЕК ТЕРЕНА Б - Б'






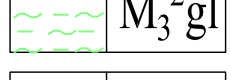



Студент:
Александра Комад Вучковић
Г 618/23

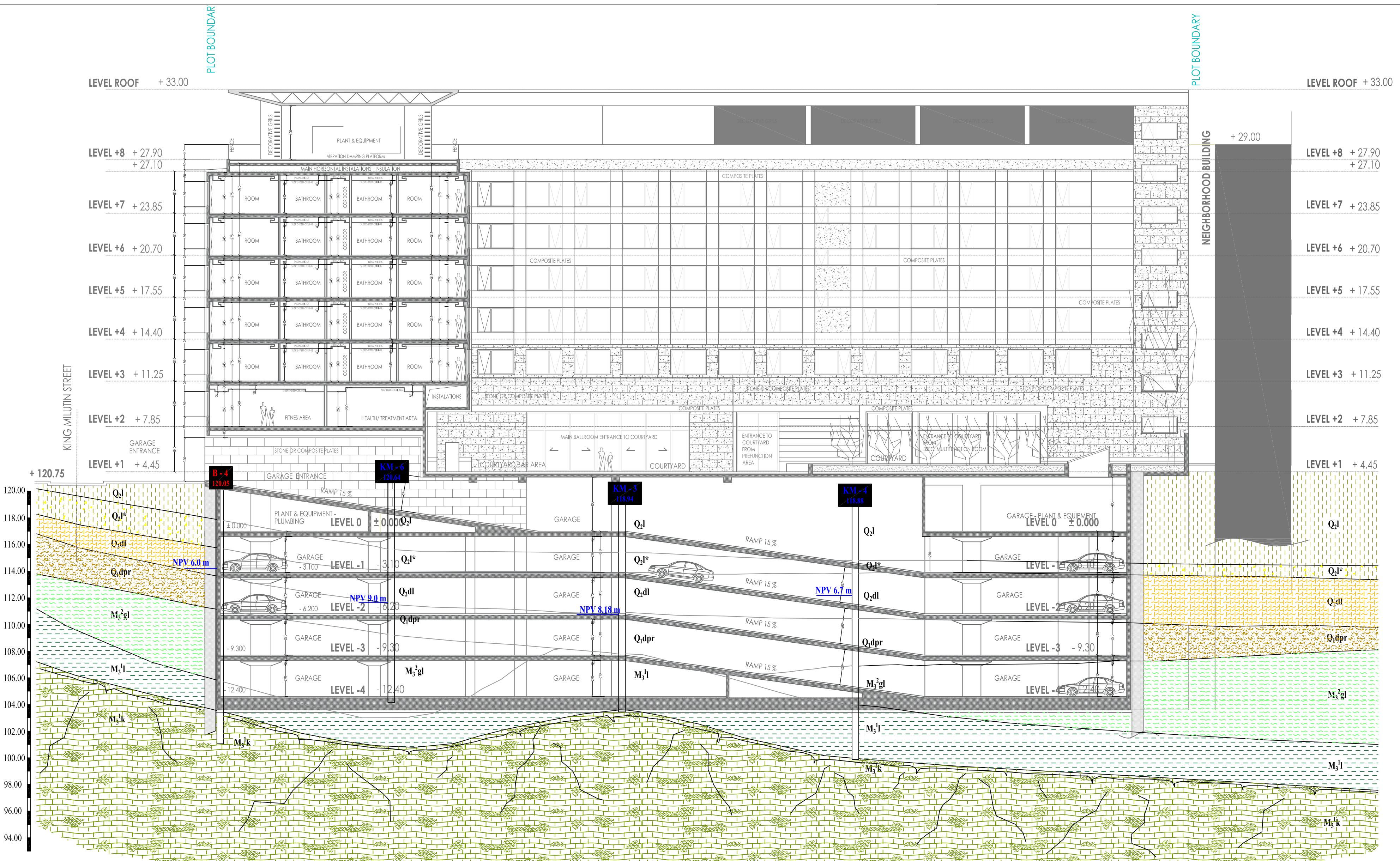
Датум:
Новембар 2024.

Размера:
1:200

Број прилога:
2.2

ЛЕГЕНДА

-  n Насип
-  Q₂l Падински лес
-  Q₂l* Барски лес
-  Q₂dl Делувијална прашинаста глина
-  Q₁dpr Делувијално - пролувијална песковита прашина
-  M₃²gl Лапоровите глине
-  M₃¹l Табличасти лапори
-  M₃¹k Спрудни кречњак
-  Ниво подземне воде



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Рударско - геолошки факултет
Булевар 7, Београд



UNIVERSITY OF BELGRADE
Faculty of mining and geology
Djusina 7, Belgrade

Тема Мастер рада:
ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ИЗГРАДБЕ ХОТЕЛА "ХИЛТОН" У БЕОГРАДУ

Назив прилога:
ГЕОТЕХНИЧКИ ПРЕСЕК 1-1'






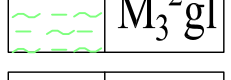



Студент: **Александра Комад Вучковић**
Г 618/23

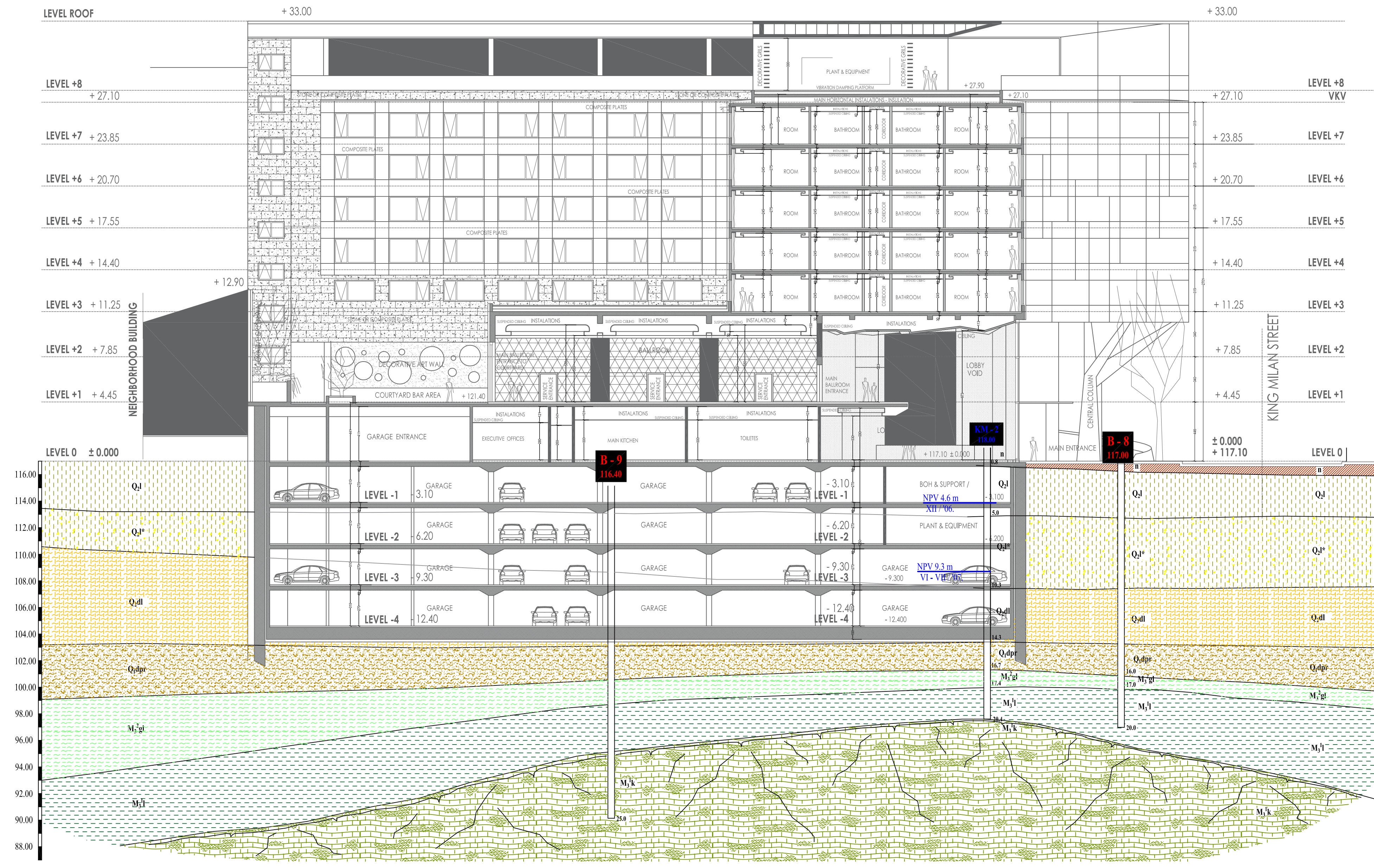
Датум:
Новембар 2024.

Размера:
1:200

Број прилога:
3.1

ЛЕГЕНДА

-  n Насип
-  Q₂l Падински лес
-  Q₂l* Барски лес
-  Q₂dl Делувијална прашинаста глина
-  Q₁dpr Делувијално - пролувијална песковита прашина
-  M₃²gl Лапоровите глине
-  M₃¹l Табличасти лапори
-  M₃¹k Спрудни кречњак
-  Ниво подземне воде



 УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ Рударско - геолошки факултет Булевар 7, Београд	UNIVERSITY OF BELGRADE Faculty of mining and geology Džusina 7, Belgrade
Тема Мастер рада: ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ИЗГРАДЊЕ ХОТЕЛА "ХИЛТОН" У БЕОГРАДУ	
Назив прилога: ГЕОТЕХНИЧКИ ПРЕСЕК 2-2'	
Студент: Александра Комад Вучковић Г 618/23	Датум: Новембар 2024.
Размера: 1:200	Број прилога: 3.2

ЛЕГЕНДА

1. Геолошка грађа

Геолошка старост	Генетско порекло	Литолошки чланови	ЛИТОЛОШКА И ФИЗИЧКО - МЕХАНИЧКА СВОЈСТВА СЕДИМЕНАТА										
			W %	WL %	γ (kN/m ³)	γ_d	ДИРЕКТНО СМИЦАЊЕ		ТРИАКСИЈАЛНА КОМПРЕСИЈА		ЕДОМЕТАРСКА СТИШЉИВОСТ		
						φ°		c (kN/m ²)		φ°	c (kN/m ²)		100 - 200 (kN/m ²)
САВРЕМЕНА	Антропоген	n	Насип (n) је претежно од глинеог тла локалног порекла. Према подацима бушења, садржи и ситне бетонске комаде, али и бетонске мање блокове. Насип је смеђе боје, збијен, неједнако консолидован, претежно средње деформабилан, изграђен од посних глина. У површинском нивоу хумизиран, порозан и водопропустљив; нема значај за изградњу објекта.										
КВАРТАР	Падински	Q _{2l}	Падински лес (Q _{2l}) дебљине 4.0-5.0 m, по саставу карбонатна прашина, жуто-смеђе боје, са преовлађујућом прашином фракцијом од 68.0-76.0 %, глинеом око 10.00 % и песковитом од 15.0-30.0 %. Глинене фракције су од минерала илита, прашинасте од карбонатних минерала. Садржи секундарне талог карбонатног праха у облику жилица и очврсlih зрна карбоната. Порозност леса је цеваста, са ретким макро-порама пречника до 0.5 mm; водопропустљивост тла је реда Kfv=10-5cm/sec; лес је колектор - спроводник у коме се вода не задржава. У сувом стању добро збијен, средње чврстоће на притисак и смицање и средње стишљивости. У слободном ископу држи се под правим углом, високо деформабилан под утицајем воде.										
			20-23	32-44	18-18.6	14.5-16.5	22-24	15-22					4600
	Копнено - барски	Q _{2l*}	Барски лес (Q _{2l*}) дебљине 1.0-1.5.0 m, изузетно 5.0 m, представља базни ниво лесног хоризонта; претпоставка је да је таложен у фази топлих барских вода; по саставу је идентичан лесу, тј, прашина карбонатног састава; глинене фракције су од минерала илита, прашинасте су од карбонатних минерала, а песковите од различитих минералних група; поред основног састава тла, у великом проценту су издвојена карбонатна зрна и секундарно излучени прах. Барски лес одликује карактеристична масивна структура, без изражене услојености; изглед је хомоген и неједначен литолошки, смеђе боје. Преовлађујућа порозност барског леса је цеваста, пречника 2-5 mm, и ретким макро - порам пречника до 0.5 mm. Водопропустљивост овог тла је са приближним коефицијентом филтрације реда Kf=10-5-10-6 cm/sec; средина је колектор - спроводник у коме се вода не задржава, осим у зонама са водонепропусном подлогом. Овај хоризонт је изнад нивоа подземних вода прве издани.										
			20-30	32-50	19.3-20.3	15-16	16-18	28-35					5000-6000
Делувијални	Q _{2dl}	Делувијалне прашине лесног порекла (Q _{2dl}) дебљине 3.0-5.0 m, по саставу песковита прашина, светлије жуто-смеђе боје, садржи око 10 % глинене фракције; прашиног песка 63.0-77.0 %, укупно песковите фракције 15.0-30.0 %; минерални састав фракција је идентичан као и код леса; честа су зрна карбонатног праха, величине до 1.0 cm; преовлађујућа порозност делувијума је ситно прслинска, са једва видљивим ситним цевастим порам које ни немају никакву водоспроводну функцију; лесни делувијум је меко тло, врло слабо збијено, неконсолидовано, ниске до средње пластичности, високе влажности, јако гњечиво, са меким, местимично и житким стањем конзистенције; тло је потпуно водозасићено, слабе водопропустљивости, са спорим кретањем вода у вертикалном и хоризонталном правцу; коефицијент водопропустљивости је реда Kfv=10-6-10-8 cm/sec; средина је врло слаби колектор вода; у ископу делувијално тло је склоно испадању и одламању; нагиби у ископи могу се формирати са нагибима мањим од 45°, са ограниченом дужином до 5.0 m.											
		22-24	38-65	19.7-24	16-16.7	18-20	20-35					7500-8000	
Делувијалн - пролувијални	Q _{1dpr}	Делувијално - пролувијалне прашине (Q _{1dpr}) дебљине 4.0-7.0 m, садрже прашинасте фракције до 63.0-85.0 %, глине 5.0 -10.0 % и песка и ситног шљунка разног гранулата до 10.0-20.0 %; тло је тамно - смеђе боје; минерални састав глиненых и прашинастих фракција је илитско - монморионитски и карбонатни. Пролувијално тло је мрвичасто - грудвасте структуре, масивне, неуслојене текстуре; преовлађујућа порозност пролувијума је прслинска - пукотинска; тло је добро збијено, средње пластичности, тврде до чврсте конзистенције, засићено водом, средње водопрпусно; коефицијент водопропустљивости је реда Kfv=10-6 cm/sec; средина је колектор вода ниског капацитета.											
		21.8-23	42-50	19.5-20.5	15-17	19-21	25-40					8000-9000	
ПАНОН	Бракични	M _{3²gl}	Лапоровите глине, лапори (M _{3²gl}) мале дебљине, 1.0-5.0 m; смеђе - зелене боје, са значајно наталоженим карбонатним прахом, као секундарним излучењем у основној маси; изграђене од прашинасте фракције до 60.0 %, глине 10.0 - 30.0 % и песка до 10.0-30.0 %. Минерални састав глиненых фракција је илитско - монморионитски, а прашинастих карбонатни; лапоровите глине су масивне структуре, неуслојене текстуре; преовлађујућа порозност је прслинска - пукотинска; веће "пластичне" пукотине испуњене су гипсом, анхидритом или калцитним прахом; овај ниво је засићен водом; глине су прекоконсолидоване, високе пластичности са Wl до 90.0%, чврсте конзистенције, слабо водопрпусне; коефицијент водопропустљивости је реда Kfv=10-6 - 10-7cm/sec; средина је колектор вода ниског капацитета. Масив је непогодан за машински и подземни рад, хигроскопан је и хемијски променљив у времену. У дубоким ископима карактеристично је накнадно истицање вода из пукотинског система, локално и са снажним притицајима. На локацији је слабо водозасићени.										
			28.4-33	78-90	19.5-20	14.6-14.8	15-18	30-40					12000-13000
САРМАТ	Марински	M _{3¹l}	Табличасти лапори (M _{3¹l}) су заступљени непосредно изнад спрудног кречњака, дебљине 3.0-4.0 m; по саставу лапоровите глине или лапори, листасте до табличасте текстуре, кобалт - плаве боје; између лапоровитих прослојака наталожен је карбонатни прах. Основни субстрат овог тла изграђен је од преовлађујуће прашинасте фракције која је садржана до 60.0-70.0 %, глине 15.0-25.0 % и песка до 15.0-30.0 %; минерални састав глиненых фракција је илитско - монморионитски, а прашинастих карбонатни; лапори су прекоконсолидовани, високе пластичности са Wl до 80.0 %, чврсте конзистенције, у дубљим зонама код дебелих пакета, на граници су крутости; преовлађујућа порозност је међуслојна и прслинска - пукотинска; лапори су слабо водопрпусни; коефицијент водопропустљивости је реда Kfv=10-6 - 10-7cm/sec; средина је хидрогеолошки изолатор.										
			28.4-32	72-86	19-20	13.5-15	18-25	30-35					13000-15000
		M _{3k}	Спрудни кречњак (M _{3k}) беличасто - жуте боје, калкарениског карбонатног састава, зрнасте структуре, са променљивим степеном калцификације; развијена сунђераста порозност, делимично кавернозна, као и прслинска и међуслојна. Променљиве чврстоће, због различитог ступња калцификације; у кречњачком масиву постоје карсне каверне које могу бити и метарских димензија. Подаци о чврстоћи и деформабилности кречњака добијени су на квалитетним узорцима.										
			20.4-21.4				38-40	4000-6000	14.2x10 ⁵	15.2x10 ⁵ *	15x10 ⁶	16.7x10 ⁵ **	

2. Ознаке истражних радова

- 4/B - 6 (116.81) Истражна структурно - геомеханичка бушотина из фонда постојећих истраживања
4 - редни број документације
- KM - 1 (119.60) Истражна структурно - геомеханичка бушотина по пројекту истраживања, са уграђеним пиезометром - I фаза истраживања
- KM - 6 (120.64) Истражна структурно - геомеханичка бушотина по пројекту истраживања, II фаза истраживања
- B - 4 (120.05) Истражна структурно - геомеханичка бушотина - III фаза истраживања

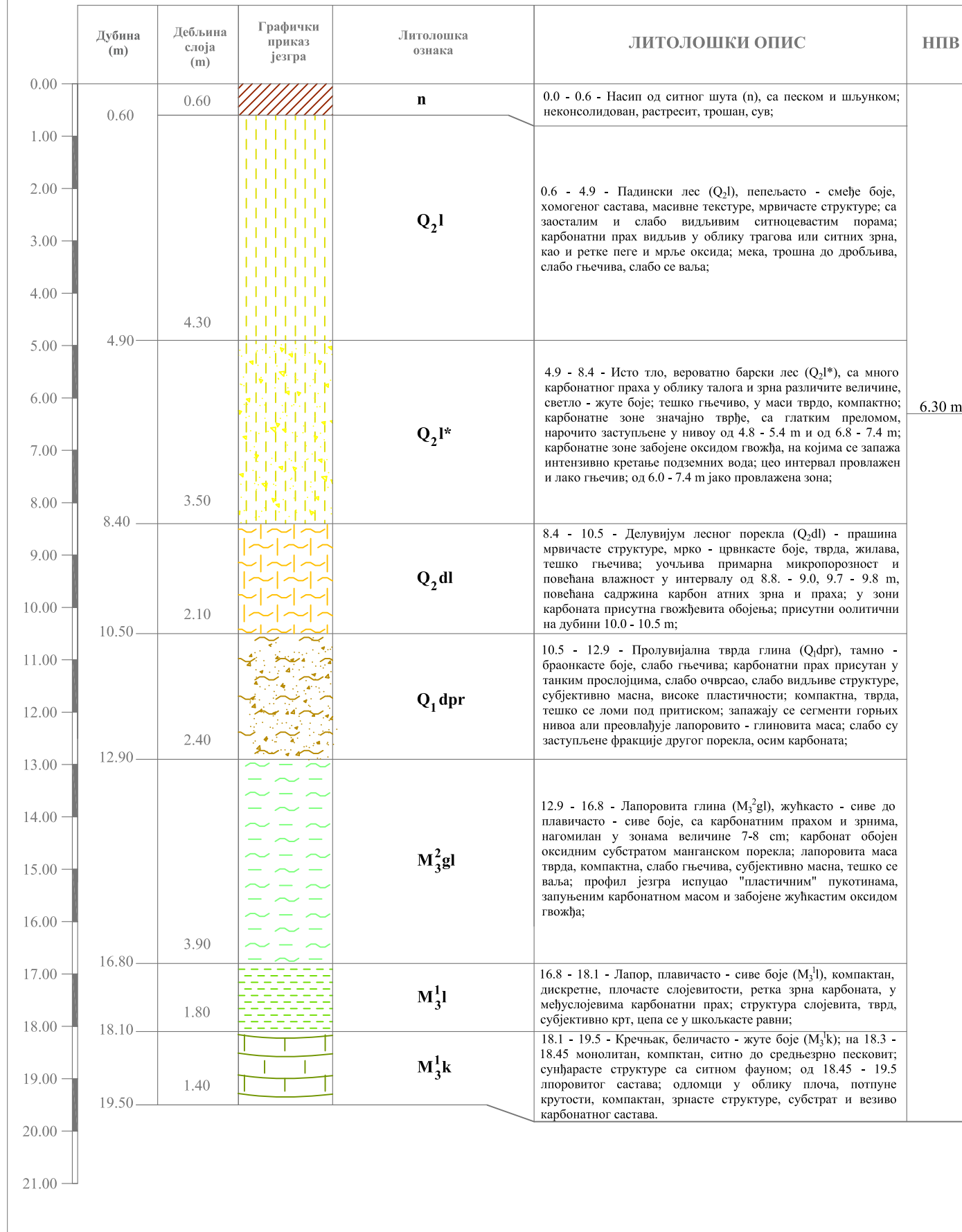
3. Структурне ознаке

- Граница литолошких чланова
- Доња граница квартара
- НПВ 4.6m XII /06 Осмотрани ниво подземне воде у сезони јесен - зима
- НПВ 9.3m VI-VII / 07 Осмотрани ниво подземне воде у сезони пролеће - лето
- Инжењерскогеолошки пресек терена
- Геотехнички пресек

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ Рударско - геолошки факултет Бушвина 7, Београд		UNIVERSITY OF BELGRADE Faculty of mining and geology Djusina 7, Belgrade	
Тема Мастер рада:			
ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ИЗГРАДЊЕ ХОТЕЛА "ХИЛТОН" У БЕОГРАДУ			
Назив прилога:			
ЛЕГЕНДА КАРТИРАНИХ ЈЕДИНИЦА			
Студент:	Датум:	Размера:	Број прилога:
Александра Комад Вучковић Г 618/23	Новембар 2024.		4

ИСТРАЖНА БУШОТИНА КМ - 1 (119.60)

Р 1:100



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Рударско - геолошки факултет
Бушина 7, Београд



UNIVERSITY OF BELGRADE
Faculty of mining and geology
Djusina 7, Belgrade

Тема Мастер рада:

ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ИЗГРАДЊЕ ХОТЕЛА "ХИЛТОН" У БЕОГРАДУ

Назив прилога:

ИСТРАЖНА БУШОТИНА КМ - 1

Студент:

Александра Комад Вучковић
Г 618/23

Датум:

Новембар 2024.

Размера:

1:100

Број прилога:

5.1

ИСТРАЖНА БУШОТИНА КМ - 2 (118.00)

Р 1:100

Дубина (m)	Дебљина слоја (m)	Графички приказ језгра	Литолошка ознака	ЛИТОЛОШКИ ОПИС	НПВ
0.00 - 0.80	0.80		n	0.0 - 0.8 - Насип од ситног шута (n), са песком и шљунком; неконсолидован, растресит, трошан, сув;	4.60 m
0.80 - 5.00	4.20		Q ₂ I	0.8 - 5.0 - Падински лес (Q ₂ I), пепељасто - смеђе боје, хомогеног састава, масивне текстуре, мрвичасте структуре; са заосталим и слабо видљивим ситноцевастим порама; карбонатни прах видљив у облику трагова или ситних зрна, као и ретке пеге и мрље оксида; мека, трошна до дробљива, слабо гњечива, слабо се ваља;	
5.00 - 10.30	5.30		Q ₂ I*	5.0 - 10.3 - Лес настао у барским условим (Q ₂ I*), светлосмеђе боје, са много карбонатног праха у облику талога и зрна и до 60% од укупне земљине масе, нарочито у делу од 5.7 - 5.9 m; тешко гњечив, у маси тврд и трошан, релативно компактан; карбонатне зоне забојене оксидом гвожђа, на којима се запажа интензивно кретање подземних вода; цео интервал провлажен и лако гњечив; од 5.9 - 10.3 m маса мека и лако гњечива, са израженим забојењима оксида гвожђа и манганским мрљама.	
10.30 - 14.30	4.00		Q ₂ dl	10.3 - 14.3 - Делувијум лесног порекла (Q ₂ dl) - прашина до прашинаста глина са оксидима мангана и гвожђа у облику пега и мрља, мрвичасте структуре, мрко - црвенкасте до жућкасте боје, тврда, жиљава, дуж прелина излучена пластична сива глинена маса; уочљива примарна микропорозност, локално повећава влажност; материјално доста хомогена, а у интервалу од 12.0 - 12.6 m повећана садржина карбонатних зрна и праха; у зони карбоната присутна гвожђевиита обојења и оолитична зрна мрке боје;	
14.30 - 16.70	2.30		Q ₁ dpr	14.3 - 16.7 - Пролувијална глина (Q ₁ dpr), жуто - браонкасте боје са зрнима карбоната величине 3-7 cm; масивне структуре, субјективно масна, компактна, тврда, тешко се ломит под притиском; тврда, добро збијена, без видљиве порозности; свуда слабо провлажена; масна, тешко се ваља; профил језгра испуцао "пластичним" пукотинама, запуњеним карбонатном масом и забојене жућкастим оксидом гвожђа;	
16.70 - 17.40	0.70		M ₃ ² gl	16.7 - 17.4 - Лапоровита глина (M ₃ ² gl) жућкасто - сиве до плавичасте боје, са карбонатним прахом нагомиланим у пукотинама, карбонат обојен оксидним жућкастим талогом; глина тврда, компактна, слабо гњечива, субјективно масна; тешко се ваља; претежно пукотински порозна; пукотине запуњене карбонатом, са видљивим пегамангана или жућкастим оксидом гвожђа.	
17.40 - 19.00			M ₃ ¹ l	17.4 - 20.4 - Лапоровити материјал (M ₃ ¹ l), сиво - плаве до кобалт боје, масивног шкољкастог прелома; од 20.0 - 20.4 боја жуто зелена; дуж неправилних прелина наложен оксид гвожђа и прах карбоната; лапор компактан, масивне до слабо видљиве слојевите текстуре, цепа се у танке плочасте равни;	
19.00 - 20.40	3.00		M ₃ ¹ k	20.4 - Кречњак, беличасто - жуте боје (M ₃ ¹ k); компактан, песковитог гранулата; структура уништена бушењем; узорак у облику карбонатног праха и ситних одломака.	



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Рударско - геолошки факултет
Бушнина 7, Београд



UNIVERSITY OF BELGRADE
Faculty of mining and geology
Djusina 7, Belgrade

Тема Мастер рада:

ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ИЗГРАДЊЕ ХОТЕЛА "ХИЛТОН" У БЕОГРАДУ

Назив прилога:

ИСТРАЖНА БУШОТИНА КМ - 2

Студент:

Александра Комад Вучковић
Г 618/23

Датум:

Новембар 2024.

Размера:

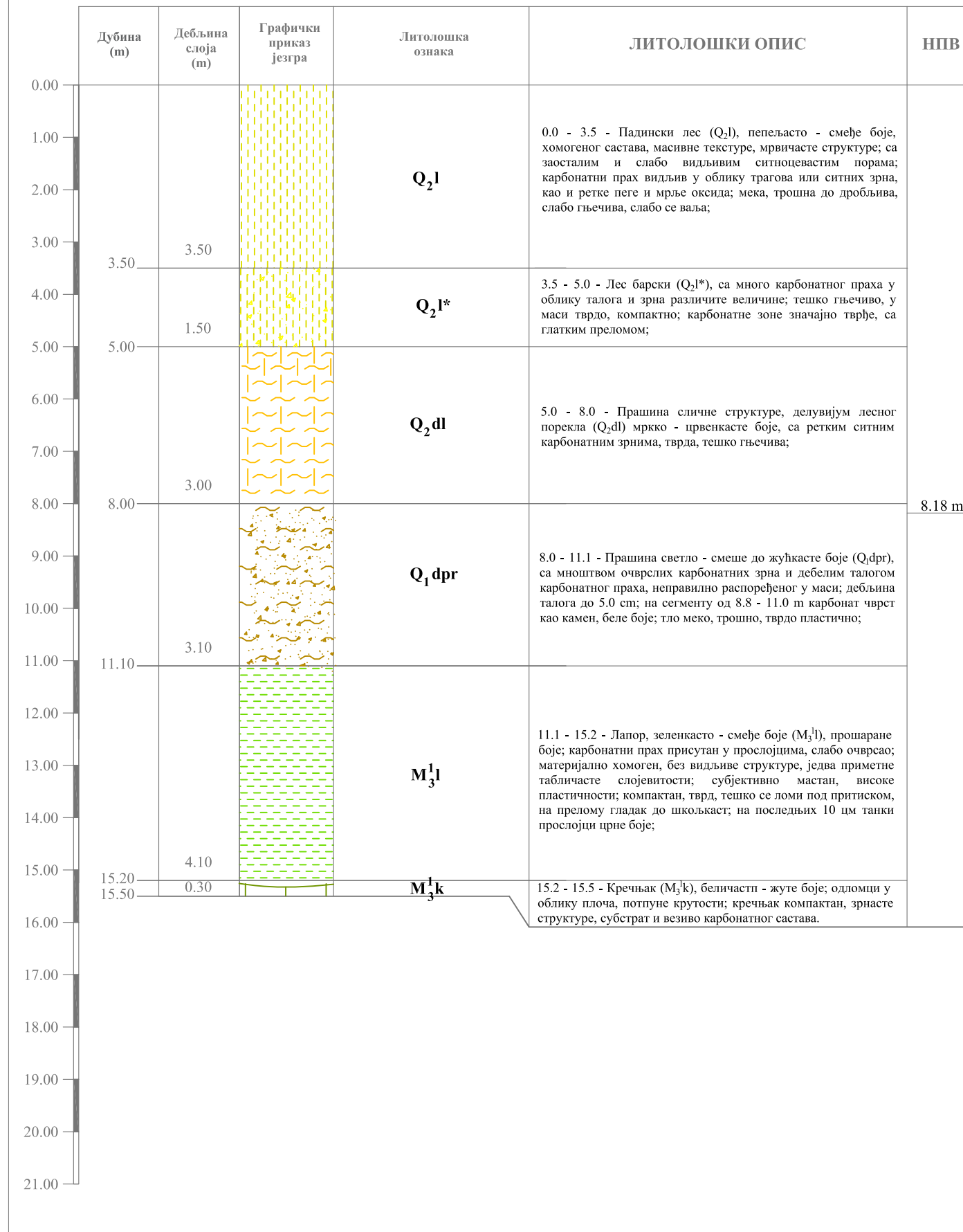
1:100

Број прилога:

5.2

ИСТРАЖНА БУШОТИНА КМ - 3 (118.94)

Р 1:100



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Рударско - геолошки факултет
Бушина 7, Београд



UNIVERSITY OF BELGRADE
Faculty of mining and geology
Djusina 7, Belgrade

Тема Мастер рада:

ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ИЗГРАДЊЕ ХОТЕЛА "ХИЛТОН" У БЕОГРАДУ

Назив прилога:

ИСТРАЖНА БУШОТИНА КМ - 3

Студент:

Александра Комад Вучковић
Г 618/23

Датум:

Новембар 2024.

Размера:

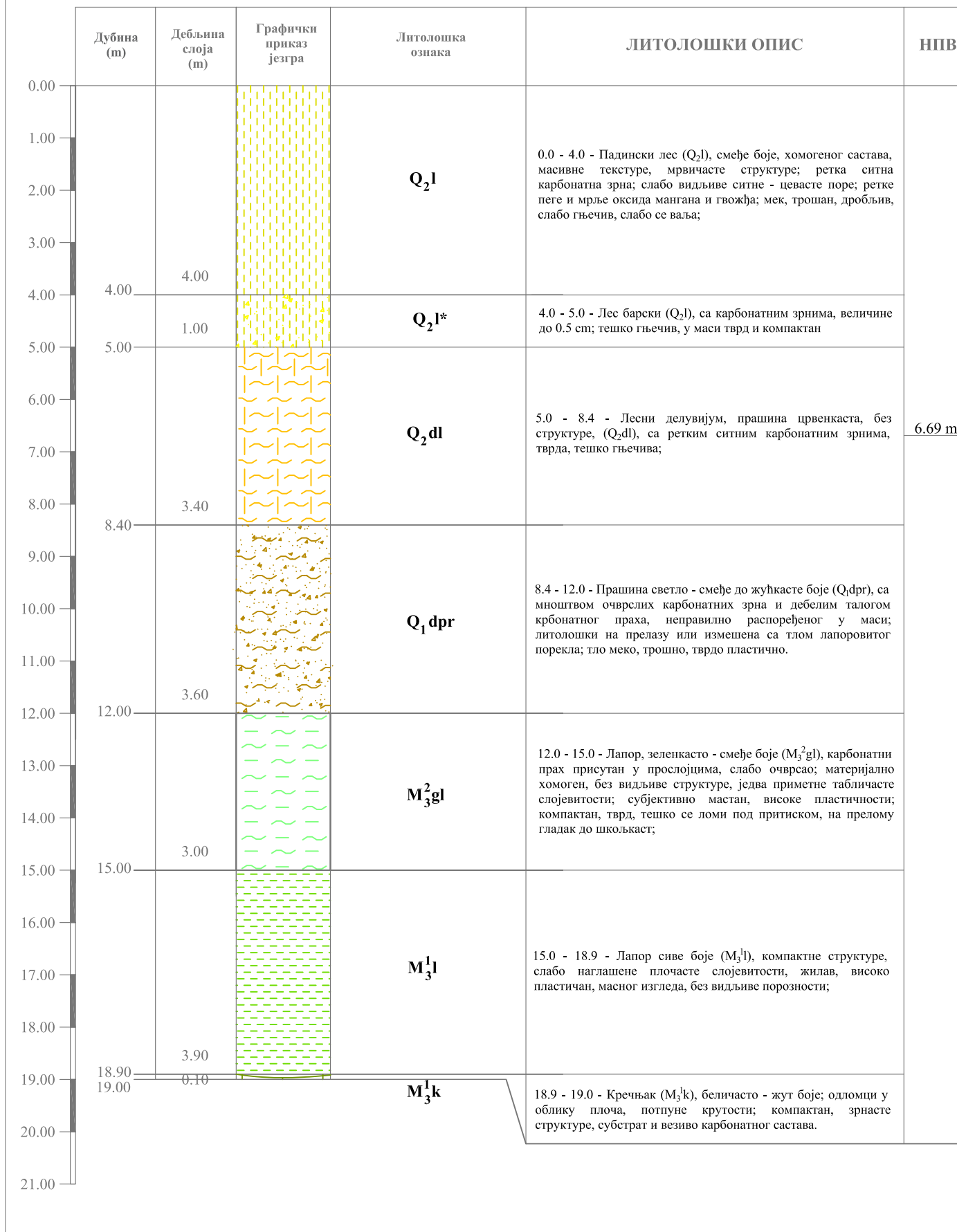
1:100

Број прилога:

5.3

ИСТРАЖНА БУШОТИНА КМ - 4 (118.88)

Р 1:100



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Рударско - геолошки факултет
Бушина 7, Београд



UNIVERSITY OF BELGRADE
Faculty of mining and geology
Djusina 7, Belgrade

Тема Мастер рада:

ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ИЗГРАДЊЕ ХОТЕЛА "ХИЛТОН" У БЕОГРАДУ

Назив прилога:

ИСТРАЖНА БУШОТИНА КМ - 4

Студент:

Александра Комад Вучковић
Г 618/23

Датум:

Новембар 2024.

Размера:

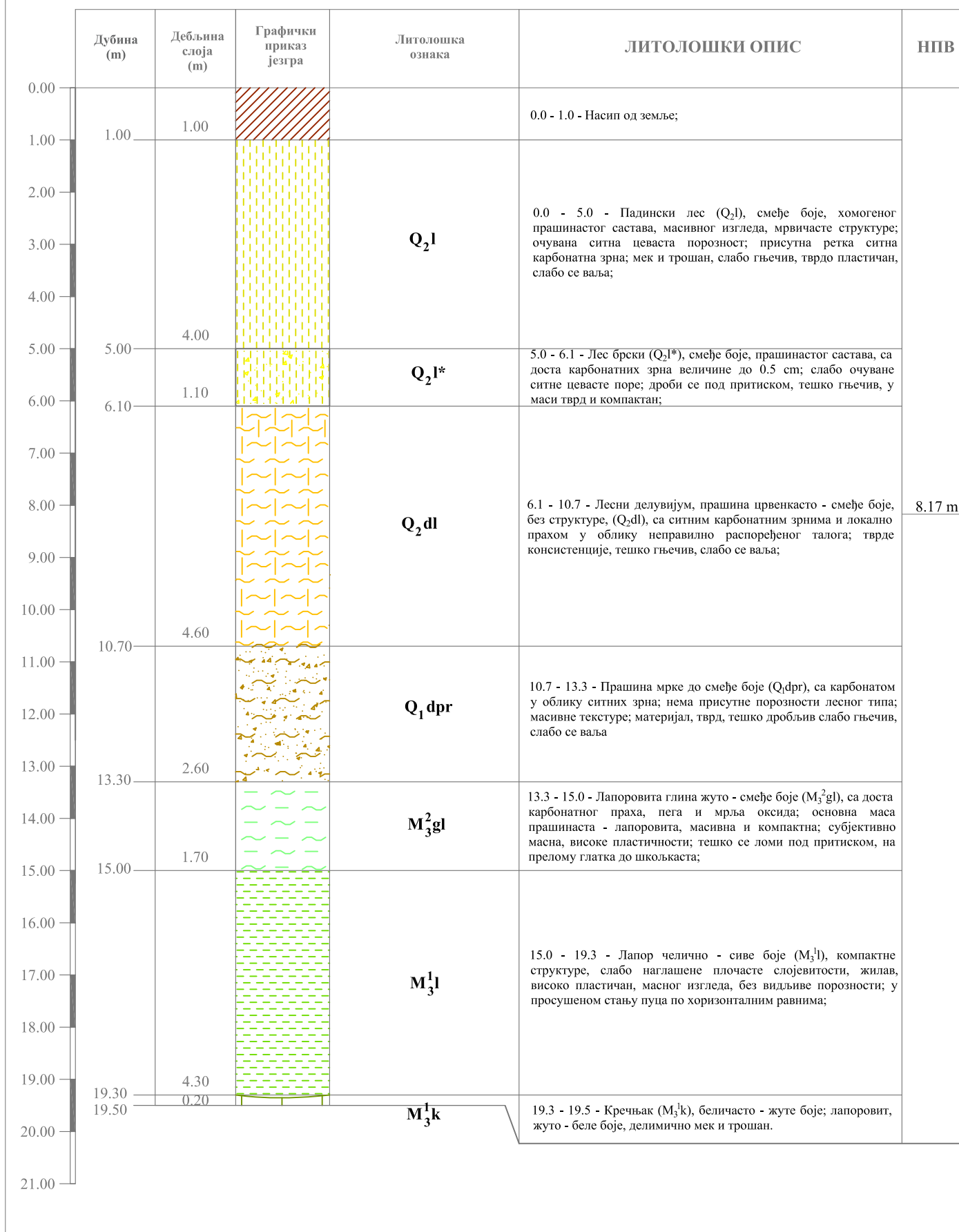
1:100

Број прилога:

5.4

ИСТРАЖНА БУШОТИНА КМ - 5 (119.06)

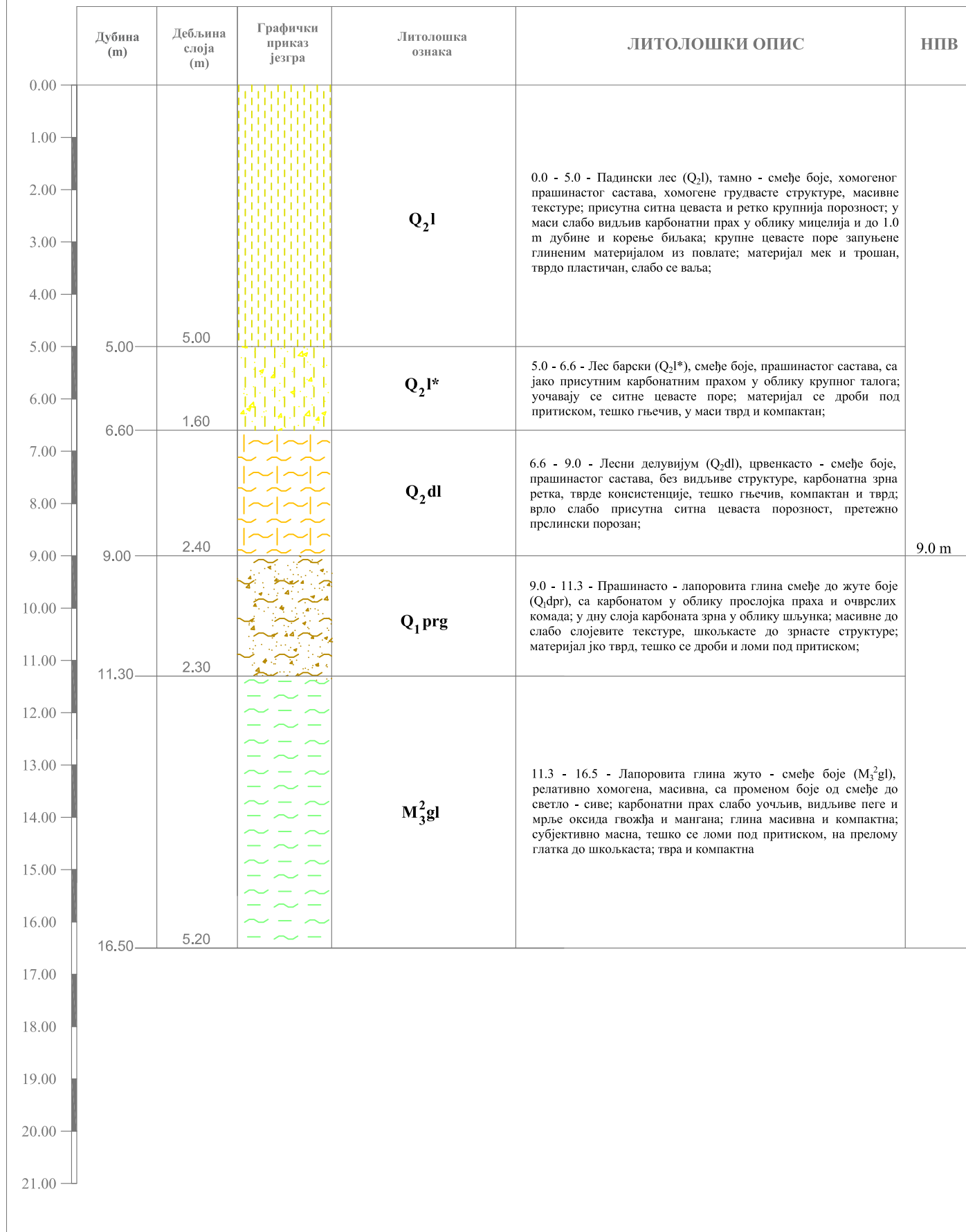
Р 1:100



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ Рударско - геолошки факултет Бушнина 7, Београд		 UNIVERSITY OF BELGRADE Faculty of mining and geology Džusina 7, Belgrade	
Тема Мастер рада: ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ИЗГРАДЊЕ ХОТЕЛА "ХИЛТОН" У БЕОГРАДУ			
Назив прилога: ИСТРАЖНА БУШОТИНА КМ - 5			
Студент:	Датум:	Размера:	Број прилога:
Александра Комад Вучковић Г 618/23	Новембар 2024.	1:100	5.5

ИСТРАЖНА БУШОТИНА КМ - 6 (120.64)

Р 1:100



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Рударско - геолошки факултет
Бушина 7, Београд



UNIVERSITY OF BELGRADE
Faculty of mining and geology
Djusina 7, Belgrade

Тема Мастер рада:

ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ИЗГРАДЊЕ ХОТЕЛА "ХИЛТОН" У БЕОГРАДУ

Назив прилога:

ИСТРАЖНА БУШОТИНА КМ - 6

Студент:

Александра Комад Вучковић
Г 618/23

Датум:

Новембар 2024.

Размера:

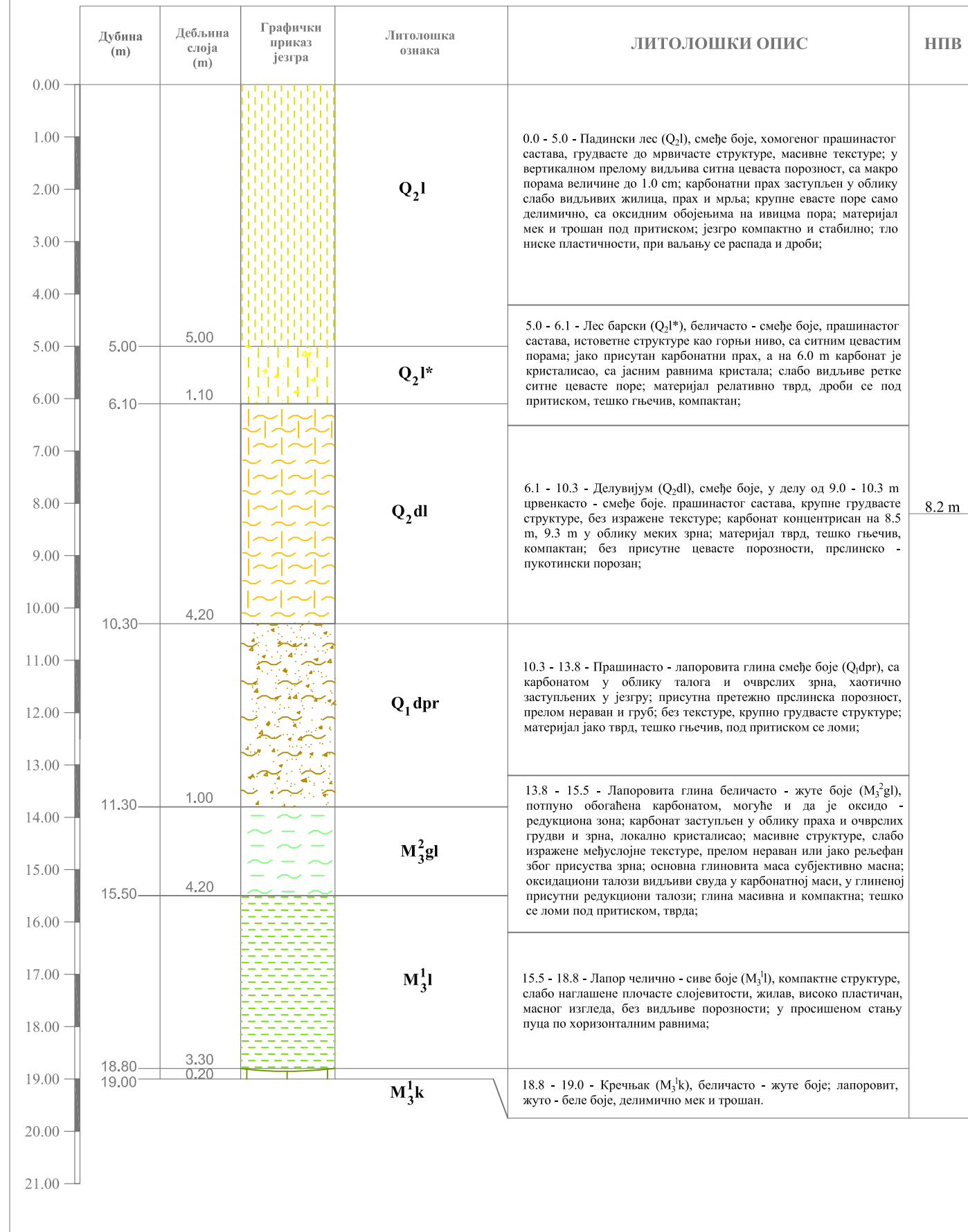
1:100

Број прилога:

5.6

ИСТРАЖНА БУШОТИНА КМ - 7 (118.77)

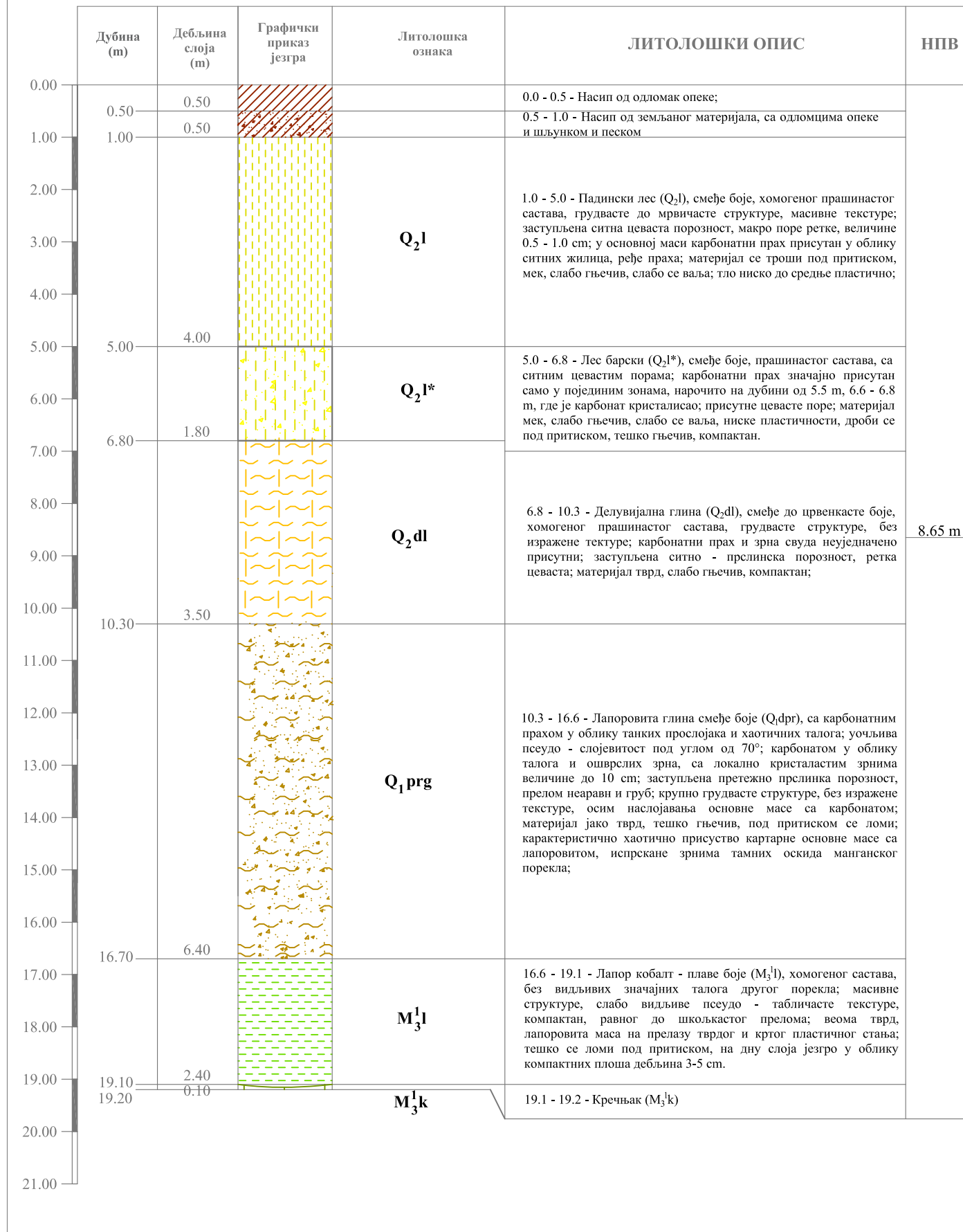
Р 1:100



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ Рударско - геолошки факултет Бушнина 7, Београд		 UNIVERSITY OF BELGRADE Faculty of mining and geology Džusina 7, Belgrade	
Тема Мастер рада: <h3>ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ИЗГРАДЊЕ ХОТЕЛА "ХИЛТОН" У БЕОГРАДУ</h3>			
Назив прилога: <h3>ИСТРАЖНА БУШОТИНА КМ - 7</h3>			
Студент:	Александра Комад Вучковић Г 618/23	Датум:	Новембар 2024.
Размера:	1:100	Број прилога:	<u>5.7</u>

ИСТРАЖНА БУШОТИНА КМ - 8 (119.49)

Р 1:100



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Рударско - геолошки факултет
Бушина 7, Београд



UNIVERSITY OF BELGRADE
Faculty of mining and geology
Djusina 7, Belgrade

Тема Мастер рада:

ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ИЗГРАДЊЕ ХОТЕЛА "ХИЛТОН" У БЕОГРАДУ

Назив прилога:

ИСТРАЖНА БУШОТИНА КМ - 8

Студент:

Александра Комад Вучковић
Г 618/23

Датум:

Новембар 2024.

Размера:

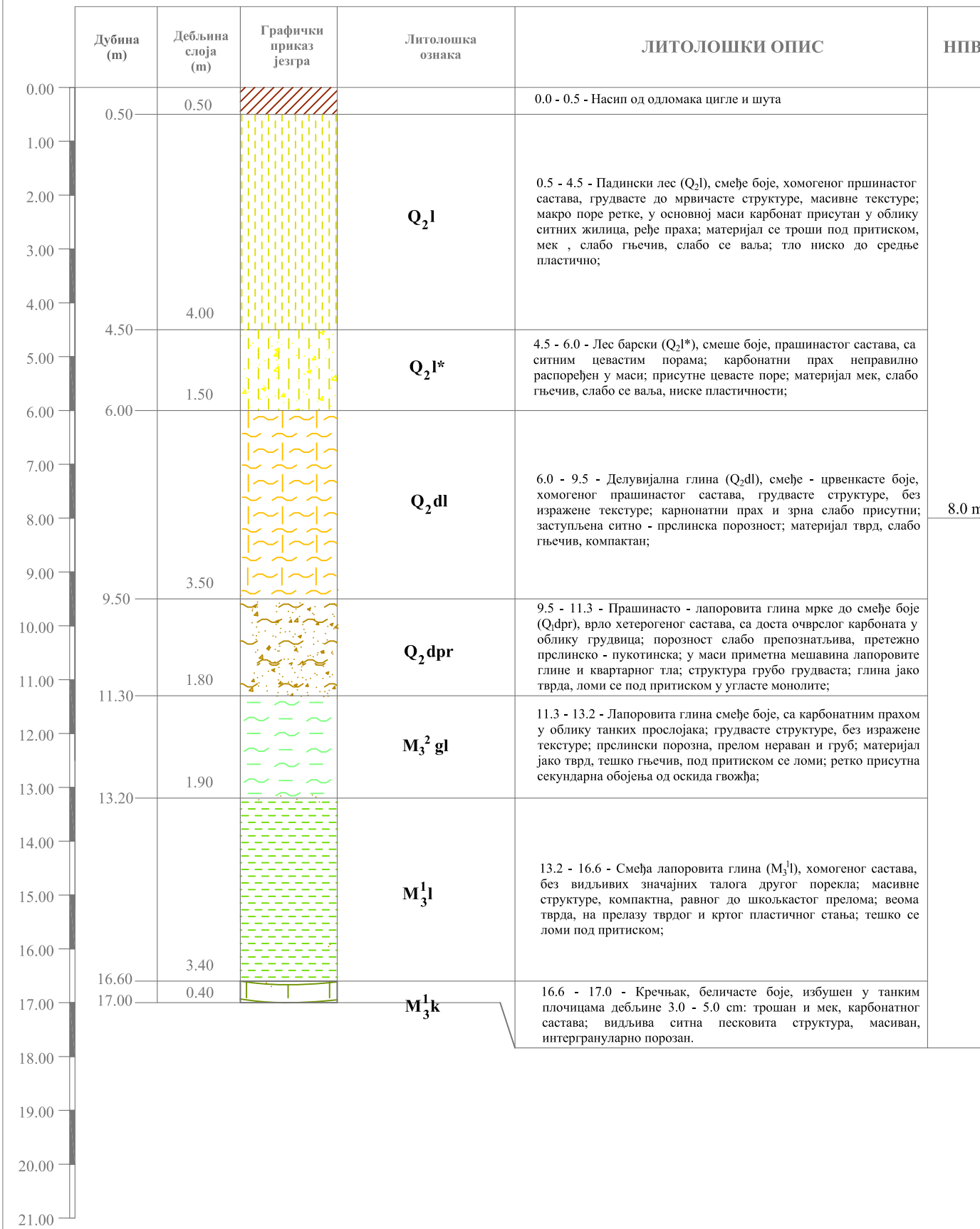
1:100

Број прилога:

5.8

ИСТРАЖНА БУШОТИНА КМ - 9 (118.63)

Р 1:100



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ Рударско - геолошки факултет Буштина 7, Београд			UNIVERSITY OF BELGRADE Faculty of mining and geology Djusina 7, Belgrade	
Тема Мастер рада: ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ИЗГРАДЊЕ ХОТЕЛА "ХИЛТОН" У БЕОГРАДУ				
Назив прилога: ИСТРАЖНА БУШОТИНА КМ - 9				
Студент:	Александра Комад Вучковић Г 618/23	Датум:	Новембар 2024.	Размера:
			1:100	Број прилога:
				5.9

Geološko-tehnički profil bušotine Km-1
1 : 100

Istražni prostor	Uže gradsko područje potez Slavija		Položaj bušot., kote terena i pijez.cevi	Metoda buš.:Direktno	Tehnički podaci o bušotini i pijezometarskoj konstrukciji					
Lokalitet	Kompleks zemljišta u ulici Kralja Milutina		x-4.962.350 y-7.458.200	Vrsta fluida: Isplaka						
Objekat	Istr. geol. buš. KM-1		Z _r -119.6	Prečn./dub. bušenja: 146 mm/19,5 m Datum buš.:23.12.06.						
Relativna visina	Dubina bušenja (m)	Debljina (m)	Geološki i hidrogeološki podaci			Tehnički profil i konstrukcija pijezometra	Testiranje busotine	Dubina uzimanja uzoraka	Pijezom. konstr.	Dubina ugradnje granulata
			Litološki opis	Litološki stub	Hidrogeološka funkcija stene					
0	0.6	0.6	Nasip od sitnog šuta (n), sa peskom i šljunkom; nekonsolidovan, rastresit, trošan, suv							
2			Padinski les (Q _l), pepeljasto smeđe boje, homogenog sastava, masivne teksture, mrvičaste strukture; sa zaostalim i slabo vidljivim sitno-cevastim porama; karbonatni prah vidljiv u obliku tragova ili sitnih zrna, kao i retke pege i mrlje oksida; meka, trošna do drobljiva, slabo gnječiva, slabo se valja;		Hidrogeološki kolektor (hidrogeološki sprovodnik) cevaste poroznosti					
4	4.9	4.3	Isto tlo, verovatno barski les (Q _l *), sa mnogo karbonatnog praha u obliku taloga i zrna različite veličine, svetložute boje; teško gnječivo, u masi tvrdo, kompaktno; karbonatne zone značajno tvrde, sa glatkim prelomom, naročito zastupljene u nivou od 4.8-5.4 m i od 6.8-7.4 m; karbonatne zone zabojene oksidom Fe, na kojima se zapaža intenzivno kretanje podzemnih voda; ceo interval provlažen i lako gnječiv; od 6-7.4 m jako provlažena zona;							
6										
8	8.4	3.5	Deluvijum lesnog porekla (Q _{dl})-prašina mrvičaste strukture, mrko-crvenkaste boje, tvrda, žilava, teškognjječiva; uočljiva primarna mikroporoznost i povećana vlažnost; u intervalu od 8.8-9.7-9.8 m, povećana sadržina karbonatnih zrna i praša; u zoni karbonata prisutna Fe obojenja; prisutni ooliti MnO ₂ na dubini od 10.0-10.5 m;		Hidrogeološki kolektor slabe vodopropusnosti Kf=2.7x10 ⁻⁸ m/s					
10	10.5	2.1	Proluvijalna tvrda glina (Q _{prg}), tamno braonkaste boje, slabo gnječiva; karbon. prah prisutan u tankim proslojcima, slabo očvršao; slabo vidljive strukture, subjektivno masna, visoke plastičnosti; kompaktna, tvrda, teško se lomi pod pritiskom; zapažaju se segmenti gornjih nivoa, ali preovlađuje laporovito-glinov. masa; slabo su zastupljene frakcije drugog porekla, osim karbonata;		Hidrogeološki kolektor slabe vodopropusnosti Kf=2.7x10 ⁻⁸ m/s					
12	12.9	2.4								
14			Laporovita glina (M ₁ gl) žućkasto sive do plavičasto-sive boje, sa karbonatnim prahom i zrnima, nagomilan u zonama veličine 7-8 cm; karbonat obojen oksidnim substratom manganskog porekla; laporov. masa tvrda, kompaktna, slabo gnječiva, subjektivno masna, teško se valja; profil jezgra ispucao plastičnim pukotinama, zapunjenim karbonatnom masom i zabojene žućkastim oksidom gvožđa;		Hidrogeološki kolektor slabe vodopropusnosti					
16	16.8	3.9	Lapor, plavičasto sive boje (M ₁ l), kompaktan, diskretne pločaste slojevitosti retka zrna karbonata, u međuslojevima karbonatni prah.; struktura slojevita, tvrd, subj.krt, cepa se u školjkaste ravni;		Hidrogeološki izolator					
18	18.1	3.4	Krečnjak, beličasto žut (M ₁ k); na 18.3-18.45 monolitan, kompaktan, sitno do srednjezrno peskovit, sunderaste strukt. sa sitnom faunom, od 18.45 do 19.5 m laporovitog sastava; odlomci u obliku ploča, potpune krutosti, kompaktan, zrnaste strukture, substrat i vezivo karbonatnog sastava.		Hidrogeološki kolektor dobre vodopropus.					
19.5	19.5	1.4								
20										

Vreme testiranja : I) 40 min



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ Рударско - геолошки факултет Бушнина 7, Београд		UNIVERSITY OF BELGRADE Faculty of mining and geology Džusina 7, Belgrade
Тема Мастер рада: ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ИЗГРАДЊЕ ХОТЕЛА "ХИЛТОН" У БЕОГРАДУ		
Назив прилога: ГЕОТЕХНИЧКИ ПРОФИЛ ПИЕЗОМЕТРА КМ - 1		
Студент: Александра Комад Вучковић Г 618/23	Датум: Новембар 2024.	Размера: 1:100
		Број прилога: 6.1

Geološko-tehnički profil pijezometra Km-2

1 : 100

Istražni prostor		Uže gradsko područje potez Slavija		Položaj bušot., kote terena i pijez.cevi		Metoda buš.:Direktno		Tehnički podaci o bušotini i pijezometarskoj konstrukciji		
Lokalitet		Kompleks zemljišta u ulici Kralja Milutina		x-4.962.322 y-7.458.199 Z ₁ -118; Z _c -118		Vrsta fluida: Isplaka				
Objekat		Istr. geol. buš. Km-2				Prečn./dub. bušenja: 146 mm/20,4 m				
Relativna visina	Dubina bušenja (m)	Debljina (m)	Geološki i hidrogeološki podaci			Tehnički profil i konstrukcija pijezometra	Testiranje bušotine	Dubina uzimanja uzoraka	Pijezom. konstr. DN 75 mm (od PVC-a)	Dubina ugradnje granulata
			Litološki opis	Litološki stub	Hidrogeološka funkcija stene					
0	0.8	0.7	Nasip od sitnog šuta (n), sa peskom i šljunkom; nekonsolidovan, rastresit, trošan, suv;							
2			Padinski les (Q ₁ l), žučkasto smeđe boje, homogenog sastava, masivne teksture, mrvičaste strukture; sa zaostalim i slabo vidljivim sitno-cevastim porama; karbonatni prah vidljiv u obliku tragova ili sitnih zrna, kao i retke pege i mrlje oksida; mekan, trošan do drobljiv, slabo gnječiv, slabo se valja;		Hidrogeološki kolektor (hidrogeološki sprovodnik) cevaste poroznosti Kf=2x10 ⁻⁷ m/s			Nadfilterska cev L=6 m Interval ugradnje od 0,0 do 6 m		
4	5.0	4.2								
6			Les nastao u barskim uslovima (Q ₁ l*), svetlo-smeđe boje, sa mnogo karbonatnog praha u obliku taloga i zrna i do 60% od ukupne zemljane mase, naročito u delu od 5.7-5.9 m; teško gnječiv, u masi tvrd i trošan, relativno kompaktan; karbonatne zone zabojene oksidom gvožđa, na kojima se zapaža intenzivno kretanje podzemnih voda; ceo interval provlažen i lako gnječiv; od 5.9-10.3 m masa meka i lako gnječiva, sa izraženim zabojenjima oksida gvožđa i manganskim mrljama;		Hidrogeološki kolektor slabe vodopropusnosti Kf=2.8x10 ⁻⁸ m/s do Kf=3.6x10 ⁻⁸ m/s			Filter L=5 m Interval od 6 do 11 m		Kvarcni granulati φ 1 do 3 mm ugradnja u intervalu od 0,2 do 18 m
8										
10	10.3	5.3								
12			Deluvijum lesnog porekla (Q ₁ dl)-prašina do prašinasta glina sa oksidima mangana i gvožđa u obliku pega i mrlja, mrvičaste strukture, mrko-crvenkaste do žučkaste boje, tvrda, žilava, duž prslina izlučena plastična siva glinena masa; uočljiva primarna mikroporoznost, lokalno povećana vlažnost; materijalno dosta homogena, a u intervalu od 12.0-12.6 m povećana sadržina karbonatnih zrna i praha; u zoni karbonata prisutna gvoždevita obojenja i oolitična zrna mrke boje;		Hidrogeološki kolektor slabe vodopropusnosti Kf=1.7x10 ⁻⁸ m/s			Taložnik L=7m Interval od 11 do 18 m		
14	14.3	4.0								
16			Proluvijalna glina (Q ₁ prg), žuto braonkaste boje, sa zrnima karbonata veličine 3-7 cm; masivne strukture, subjektivno masna, kompaktna, tvrda, teško se lomi pod pritiskom; tvrda dobro zbijena, bez vidljive poroznosti; svuda slabo provlažena; Laporovita glina (M ₁ gl) žučkasto-sive do plavčaste boje, sa karbon, prahom, nagomilanim u pukotinama, karbonat obojen oksidnim žučkastim talogom; glina tvrda, kompaktna, slabo gnječiva subjektivno masna, teško se valja; pretežno pukotinski porozna, pukotine zapunjene karbonatom, sa vidljivim pegama Mn ili žučkastim oksidom Fe;		Hidrogeološki kolektor slabe vodopropusnosti Kf=1.1x10 ⁻⁷ m/s					
18	17.4	0.7								
20	20.4	3.0	Laporoviti materijal (M ₁ l), sivo-plave do kobalt boje, masivnog školjkastog preloma; od 20-20.4 m boja žuto-zelena; duž nepravilnih prslina nataložen oksid gvožđa i prah karbonata; lapor kompaktan masivne do slabo vidljive slojevite teksture, cepa se u tanke pločaste ravni;		Hidrogeološki izolator Kf=4.1x10 ⁻⁹ m/s					
			Krečnjak beličasto-žute boje (M ₁ k); kompaktan, peskovitog granulata							

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Рударско - геолошки факултет
Бушнина 7, Београд

UNIVERSITY OF BELGRADE
Faculty of mining and geology
Djusina 7, Belgrade

Тема Мастер рада:

ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ИЗГРАДЊЕ ХОТЕЛА "ХИЛТОН" У БЕОГРАДУ

Назив прилога:

ГЕОТЕХНИЧКИ ПРОФИЛ ПИЕЗОМЕТРА КМ - 2

Студент:

Александра Комад Вучковић
Г 618/23

Датум:

Новембар 2024.

Размера:

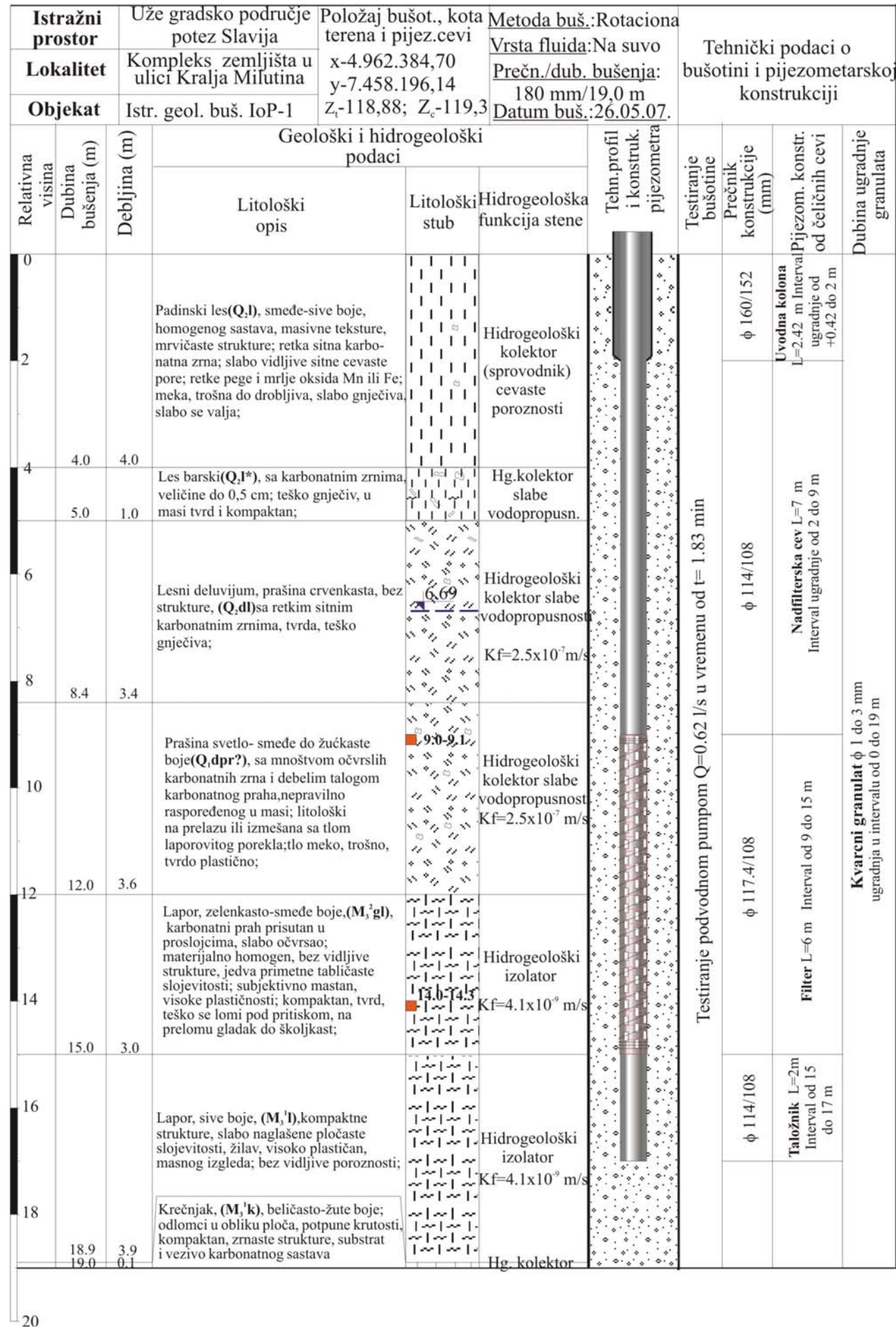
1:100

Број прилога:

6.2

Geološko-tehnički profil pijezometra IoP-1(bušotina Km-4)

1 : 100



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Рударско - геолошки факултет
Бушнина 7, Београд

UNIVERSITY OF BELGRADE
Faculty of mining and geology
Djusina 7, Belgrade

Тема Мастер рада:

ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ИЗГРАДЊЕ ХОТЕЛА "ХИЛТОН" У БЕОГРАДУ

Назив прилога:

ГЕОТЕХНИЧКИ ПРОФИЛ ПИЕЗОМЕТРА ИоП - 1

Студент:

Александра Комад Вучковић
Г 618/23

Датум:

Новембар 2024.

Размера:

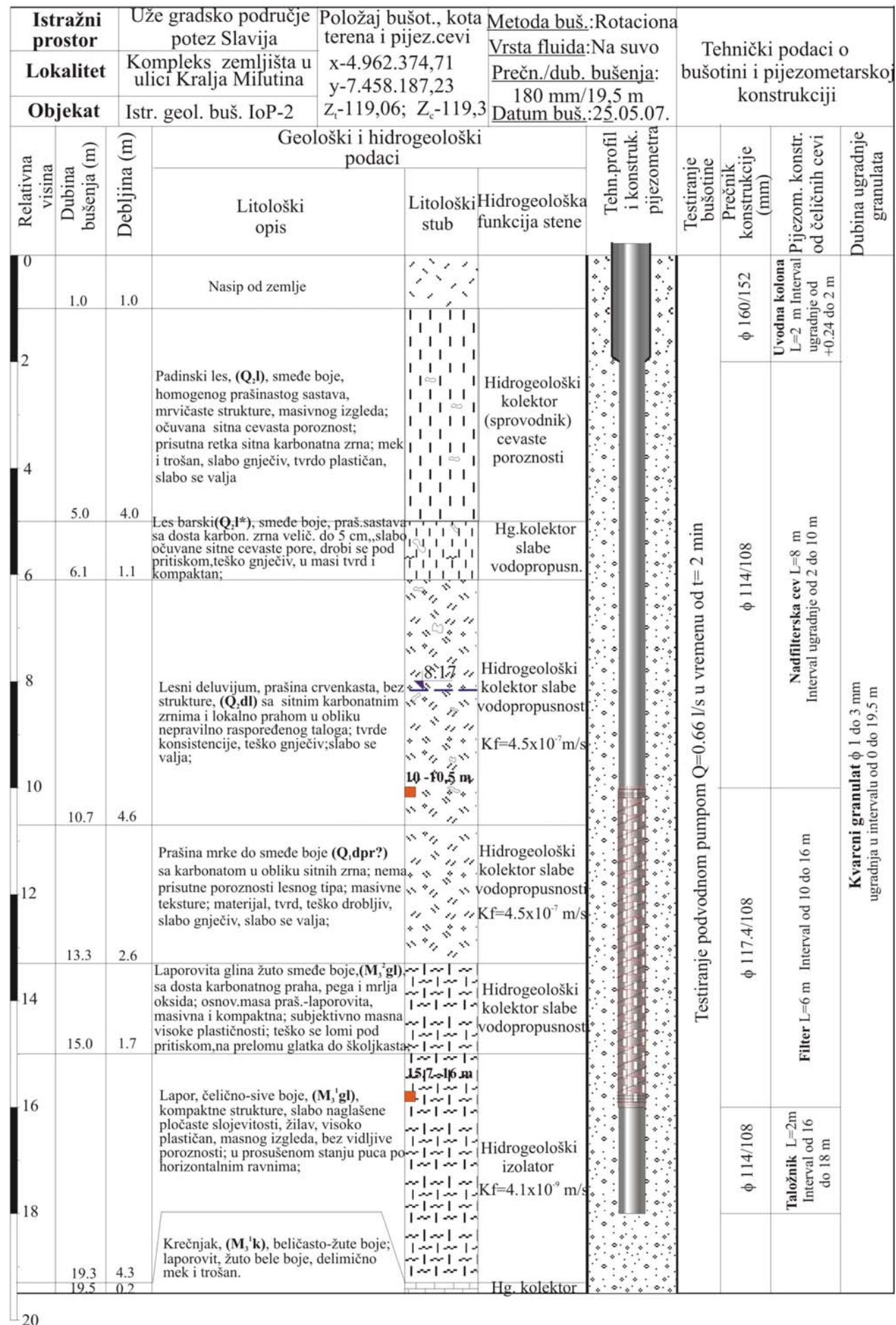
1:100

Број прилога:

6.3

Geološko-tehnički profil pijezometra IoP-2 (bušotina Km-5)

1 : 100




УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ Рударско - геолошки факултет Бушнина 7, Београд		UNIVERSITY OF BELGRADE Faculty of mining and geology Džusina 7, Belgrade	
Тема Мастер рада: ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ИЗГРАДЊЕ ХОТЕЛА "ХИЛТОН" У БЕОГРАДУ			
Назив прилога: ГЕОТЕХНИЧКИ ПРОФИЛ ПИЕЗОМЕТРА ИоП - 2			
Студент:	Датум:	Размера:	Број прилога:
Александра Комад Вучковић Г 618/23	Новембар 2024.	1:100	6.4

Geološko-tehnički profil pijezometra P-1 (bušotina Km-6)

1 : 100

Istražni prostor		Uže gradsko područje potez Slavija		Položaj bušot., kота terena i pijez.cevi		Metoda buš.: Rotaciona		Tehnički podaci o bušotini i pijezometarskoj konstrukciji			
Lokalitet		Kompleks zemljišta u ulici Kralja Milutina		x-4.962.353,64 y-7.458.226,90		Vrsta fluida: Na suvo		Testiranje bušotine	Prečnik konstrukcije (mm)	Pijezom. konstr. od PVC cevi	Dubina ugradnje granulata
Objekat		Istr. geol. buš. P-1		Z _r -120,64; Z _c -120,64		Prečn./dub. bušenja: 101 mm/12,5 m					
Relativna visina	Dubina bušenja (m)	Debljina (m)	Geološki i hidrogeološki podaci			Tehn.profil i konstruk. pijezometra	Testiranje bušotine	Prečnik konstrukcije (mm)	Pijezom. konstr. od PVC cevi	Dubina ugradnje granulata	
			Litološki opis	Litološki stub	Hidrogeološka funkcija stene						
0											
2			Padinski les (Q ₁), tamno-smeđe boje, homogenog prašinstog sastava, homogene grudvaste strukture, masivne teksture; prisutna sitna cevasta poroznost i retko krupnija poroznost; u masi slabo vidljiv karbonatni prah u obliku micelija i do 1.0 m dubine i korenje biljaka; krupne cevaste pore zapunjene glinenim materijalom iz povlate; materijal mek i trošan, tvrdo plastičan, slabo se valja;		Hidrogeološki kolektor (sprovodnik) cevaste poroznosti		Nije vršeno	φ 50.8	Nadfilterska cev L=4.5 m Interval ugradnje od 4.5 do 0 m	Dubina ugradnje granulata	
4	5.0	5.0	Les barski (Q _{2I*}), smeđe boje, praš. sastava sa jako prisutnim karbonatnim prahom, u obliku krupnog taloga; uočavaju se sitne cevaste pore, materijal se drobi pod pritiskom, teško gnječiv, u masi tvrd i kompaktan;		Hidrogeološki kolektor slabe vodopropusnosti Kf=2.5x10 ⁻⁷ m/s						
6	6.6	1.6	Lesni deluvijum, (Q _{2II}), crvenkasto-smeđe boje, prašinstog sastava, bez vidljive strukture, karbonatna zrna retka, tvrde konsistencije; teško gnječiv, kompaktan i tvrd; vrlo slaba prisutna sitna cevasta poroznost, pretežno prslinski porozan;		Hidrogeološki kolektor slabe vodopropusnosti Kf=2.5x10 ⁻⁷ m/s						
8	9.0	2.4	Prašnasto-laporovita glina smeđe do žute boje, (Q _{2III}), sa karbonatom u obliku proslojaka praha i očvrsljih komada; u dnu sloja karbonatna zrna u obliku šljunka, masivne do slabo slojevite teksture, školjkaste do zrnaste strukture; materijal jako tvrd, teško se drobi i lomí pod pritiskom;		Hidrogeološki kolektor slabe vodopropusnosti Kf=2.5x10 ⁻⁷ m/s						
10	11.3	2.3	Laporovita glina, žuto-smeđe boje (M ₁ gl), relativno homogena, masivna, sa promenom boje od smeđe do svetlo sive, karbonatni prah slabo uočljiv; vidljive pege i mrlje oksida gvožđa i mangana; glina masivna i kompaktna; subjektivno masna, teško se lomí pod pritiskom, na prelomu glatka do školjkasta; tvrda i kompaktna;		Hidrogeološki izolator Kf=4.1x10 ⁻⁹ m/s						
12	16.5	5.2									

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ Рударско - геолошки факултет Бушнина 7, Београд		 UNIVERSITY OF BELGRADE Faculty of mining and geology Džusina 7, Belgrade	
Тема Мастер рада: ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ИЗГРАДЊЕ ХОТЕЛА "ХИЛТОН" У БЕОГРАДУ			
Назив прилога: ГЕОТЕХНИЧКИ ПРОФИЛ ПИЕЗОМЕТРА П - 1			
Студент:	Датум:	Размера:	Број прилога:
Александра Комад Вучковић Г 618/23	Новембар 2024.	1:100	6.5

Geološko-tehnički profil pijezometra P-2 (bušotina Km-3)

1 : 100

Istražni prostor		Uže gradsko područje potez Slavija		Položaj bušot., kota terena i pijez.cevi		Metoda buš.: Rotaciona		Tehnički podaci o bušotini i pijezometarskoj konstrukciji			
Lokalitet		Kompleks zemljišta u ulici Kralja Milutina		x-4.962.370,02 y-7.458.212,43		Vrsta fluida: Na suvo		Prečnik/dub. bušenja: 101 mm/15,5 m Datum buš.: 25.05.07.			
Objekat		Istr. geol. buš. P-2		Z _r -118,94; Z _c -118,94		Prečnik/dub. bušenja: 101 mm/15,5 m					
Relativna visina	Dubina bušenja (m)	Debljina (m)	Geološki i hidrogeološki podaci			Tehn.profil i konstruk. pijezometra	Testiranje bušotine	Prečnik konstrukcije (mm)	Pijezom. konstr. od PVC cevi	Dubina ugradnje granulata	
			Litološki opis	Litološki stub	Hidrogeološka funkcija stene						
0											
2	3.5	3.5	Padinski les (Q ₁), pepeljasto-smeđe boje, homogenog sastava, masivne teksture, mrvičaste strukture; sa zaostalim i slabo vidljivim sitno-cevastim porama; karbonatni prah vidljiv u obliku tragova ili sitnih zrna, kao i retke pege i mrlje oksida; meka, trošna do drobljiva, slabo gnječiva, slabo se valja;		Hidrogeološki kolektor (spovodnik) cevaste poroznosti		Nije vršeno	φ 50.8	Nadfilterska cev L=5.5 m Interval ugradnje od 5.5 do 0 m	Kvarcni granulati φ 1 do 3 mm ugradnja u intervalu od 0 do 13.5 m	
4	5.0	1.5	Les barski (Q ₁ *), sa mnogo karbonatnog praha u obliku taloga i zrna različite veličine; teško gnječivo, u masi tvrdo, kompaktno; karbonatne zone značajno tvrde, sa glatkim prelomom;		Hg.kolektor slabe vodopropusn.						
6	8.0	3.0	Prašina slične strukture, deluvijum lesnog porekla (Q ₁ dl) mrko-crvenkaste boje, sa retkim sitnim karbonatnim zrnima, tvrda, teško gnječiva		Hidrogeološki kolektor slabe vodopropusnosti Kf=2.5x10 ⁻⁷ m/s						
8	11.1	3.1	Prašina svetlo-smeđe do žućkaste boje (Q ₁ dpr?), sa mnoštvom očvrslih karbonatnih zrna i debilim talogom karbonatnog praha, nepravilno raspoređenog u masi; debljina taloga do 5.0 cm; na segmentu od 8.8 do 8.11 m karbonat čvrst kao kamen, bele boje; tlo meko, trošno, tvrdo plastično;		Hidrogeološki kolektor slabe vodopropusnosti Kf=2.5x10 ⁻⁷ m/s						
10	15.2	4.1	Lapor, zelenkasto-smeđe (M ₃ l), prošarane boje; karbonatni prah prisutan u prosljocima, slabo očvršao; materijalno homogen, bez vidljive strukture, jedva primetne tabličaste slojevitosti; subjektivno mastan, visoke plastičnosti; kompaktn, tvrd, teško se lomi pod pritiskom, na prelomu gladak do školjkast; na poslednjih 10 cm tanki prosljoci crne boje, moguće ugalj?		Hidrogeološki izolator Kf=4.1x10 ⁻⁹ m/s						
12	15.5	0.3	Krečnjak (M ₃ k), beličasto-žute boje; odlomci u obliku ploča, potpune krutosti; krečnjak kompaktn, zrnaste strukture, substrat i vezivo karbonatnog sastava		Hg. kolektor						

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Рударско - геолошки факултет
Бушнина 7, Београд

UNIVERSITY OF BELGRADE
Faculty of mining and geology
Djusina 7, Belgrade

Тема Мастер рада:

ГЕОТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ИЗГРАДЊЕ ХОТЕЛА "ХИЛТОН" У БЕОГРАДУ

Назив прилога:

ГЕОТЕХНИЧКИ ПРОФИЛ ПИЕЗОМЕТРА П - 2

Студент:

Александра Комад Вучковић
Г 618/23

Датум:

Новембар 2024.

Размера:

1:100

Број прилога:

6.6

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ ЗАВРШНОГ РАДА

Име и презиме студента **Александра Комад Вучковић**

Број индекса **Г618/23**

И з ј а в љ у ј е м

да је завршни рад под насловом

Геотехнички услови изградње хотела "Хилтон" у Београду

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да завршни рад у целини ни у деловима није био предложен за стицање друге дипломе на студијским програмима Рударско-геолошког факултета или других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

У Београду, 10.12.2024.

Потпис студента

ИЗЈАВА
О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ
ЗАВРШНОГ РАДА

Име (име родитеља) и презиме студента **Александра (Небојша) Комад Вучковић**

Број индекса **Г618/23**

Студијски програм

Наслов рада **Геотехнички услови изградње хотела "Хилтон" у Београду**

Ментор **ван.проф.др Душан Берисављевић**

Изјављујем да је штампана верзија мог завршног рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради одлагања у Дигиталном репозиторијуму Рударско-геолошког факултета.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити у електронском каталогу и у публикацијама Рударско-геолошког факултета.

У Београду, 10.12.2024.

Потпис студента

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ ЗАВРШНОГ РАДА

Овлашћујем библиотеку Рударско-геолошког факултета да у Дигитални репозиторијум унесе мој завршни рад под насловом:

Геотехнички услови изградње хотела "Хилтон" у Београду

који је моје ауторско дело.

Завршни рад са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Мој завршни рад одложен у Дигиталном репозиторијуму Рударско-геолошког факултета је *(заокружити једну од две опције)*:

I. редуковано доступан кроз наслов завршног рада и резиме рада са кључним речима;

II. јавно доступан у отвореном приступу, тако да га могу користити сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се уз сагласност ментора одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)

2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)

3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)

5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)

6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Заокружите само једну од шест понуђених лиценци. Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве.)

У Београду, 10.12.2024.

Потпис ментора

Потпис студента

1. **Ауторство.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
 2. **Ауторство – некомерцијално.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
 3. **Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
 4. **Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
 5. **Ауторство – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
 6. **Ауторство – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.
-

ПОТВРДА

О ПРЕДАЈИ ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ ЗАВРШНОГ РАДА

Потврђује се да је студент **Александра (Небојша) Комад Вучковић**
(*име (име родитеља) презиме*)

бр. индекса **Г 618/23** предао/ла електронску верзију завршног рада на
основним/мастер академским студијама под насловом:

Геотехнички услови изградње хотела "Хилтон" у Београду

који је урађен под менторством **ван.проф.др Душан Берисављевић**
(*име, презиме и звање*)

за Дигитални репозиторијум завршних радова РФФ-а.

Потврда се издаје за потребе Одељења за студентска и наставна питања и не може се користити у друге сврхе.

У Београду, 10.12.2024.

Библиотекар
