

Prethodno saopštenje

UDC: 69:624.131.3

САНИРАЊЕ ТЕМЕЉА ГРАЂЕВИНСКИХ ОБЈЕКТАТА ИНЈЕКТИРАЊЕМ ТЕРЕНА ПОСТУПКОМ „JET GROUTING“

Петар Митровић¹

¹Институт за путеве Београд, Е. mail: tehprp@highway.rs

REZIME

У раду се описује нови начин инјектирања тла у циљу санације темеља грађевинских објеката. Овај поступак је познат под именом „JET GROUTING“. Својство поступка је да се у дубини терена, испод темеља објекта, додатком цементног везива, праве стубови од аутохтоног тла и цемента, са знатно јачим механичким (отпорно-деформабилним) својствима него природно тло. На тај начин се санира темељ грађевинског објекта. Чланак је информативан. Жеља је да се и на нашим просторима отпочне са већом припремом, јер је поступак рационалан и сигуран.

Кључне ријечи: *инјектирање, терен, санација, темељ, „JET GROUTING“*

SANCTION FOUNDATIONS OF BUILDINGS INJECTION FIELDS PROCEDURE "JET GROUTING"

SUMMARY

The paper describes a new way of injecting soil in order to repair the foundation of building facilities. This procedure is known under the name "JET grouting. Property procedure is that the depth of the ground, below ground facility, the addition cementnog veziva, create posts of autochthonous soil and cement, with a much stronger mechanical (deformabilnim-resistant) properties than the natural ground. In this way the sanira foundation of building the facility. The article is informative. The desire to be in our region starts with more preparation, because the process is rational and safe.

Key words: *injection, field, repair, foundation, grouting JET "*

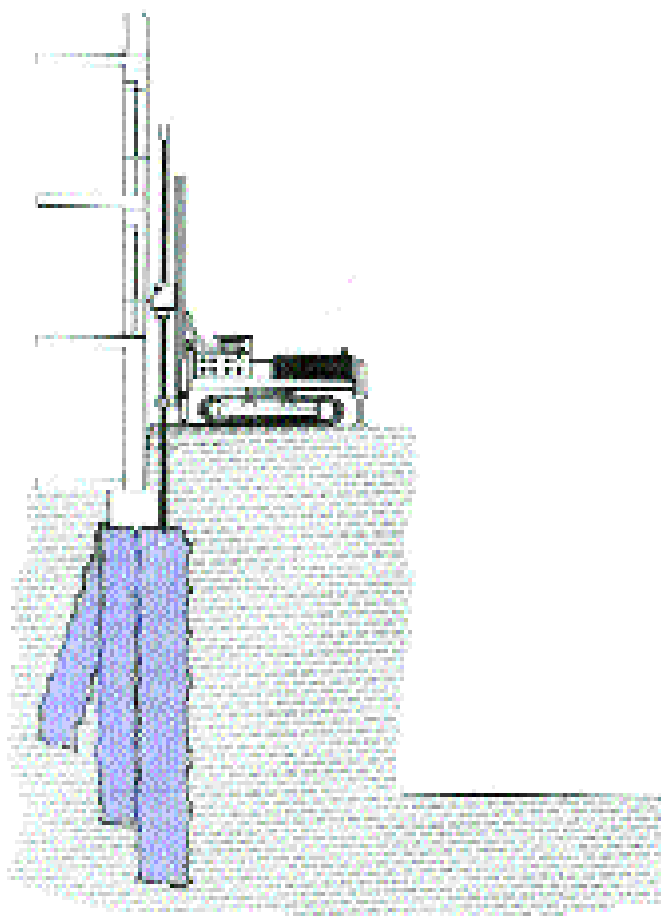
УВОД

„JET GROUTING“, представља ефикасну технику стабилизације тла, која се примењује нарочито код санације темеља грађевинских објеката. Суштина технологије је у употреби млаза цемента и воде, који под притиском разбија тло и „IN SITU“ се међусобно мешају. На овај начин формира се конгломерат сачињен од тла и цемента, који се одликује знатном чврстоћом и ниском водопропустљивошћу. Овај поступак отпочео је седамдесетих година прошлог века и до данашњих дана се развијала.

Поступак се примењује код свих врста тла : глине, прашине, песка и шљунка или у разним комбинацијама наведених тла.

„JET GROUTING“, је у ствари алтернатива за традиционални систем инјектирања и представља најбржи поступак од свих алтернативних. Дубина на којој се може применити поступак „JET GROUTING“ је, према садашњим искуствима 60 – 70 м¹.

При извршењу посла поступак не изазива штетне вибрације, не захтева велики радни простор. Поступак је безбедан за раднике и опрему. По окончању поступка не захтева се никакво одржавање. Могуће је радове изводити, на окупираним теренима, поред активних објеката, без последица на њихово оштећење, рад и стабилност. Поступак „JET GROUTING“ је еколошки повољан.



Слика 1. Илустрација ојачања (санирања) темеља поступком „JET GROUTING“.
Figure 1 Illustration strengthen (sanction) by the foundation "JET grouting.

ОПИС ПОСТУПКА

Поступак млазног цементирања тла састоји се од формирања бушотине у тлу одређеног пречника који је различит у зависности од опреме гарнитуре. По обављеном бушења, ротирајућа бушачка шипка опремљена млазницама, врши распрскавање везивне масе под притиском, која разбија структуру тла и уједно се ове две супстанце, раствор везива и разорено тло мешају, стварајући нову супстанцу. Ротирајући и полако издижући шипку, долази се до формирања стуба (шипа) који представља мешавину везивног материјала и тла. Израдом тако насталих стубова у низу настаје грађевинска конструкција која се одликује задовољавајућом чврстићом и ниском водопропустљивошћу.

У последње време, усавршавањем поступка, изводи се самобушеће инјектирање. Тад је шипка која буши тло, уједно опремљена млазницама, помоћу којих обавља разарање структуре тла и распрскавање везивне масе.

Могућа су четири типа „JET GROUTING“ поступка у зависности од врсте тла који се разбија и конструкције машине за рад, а то су:

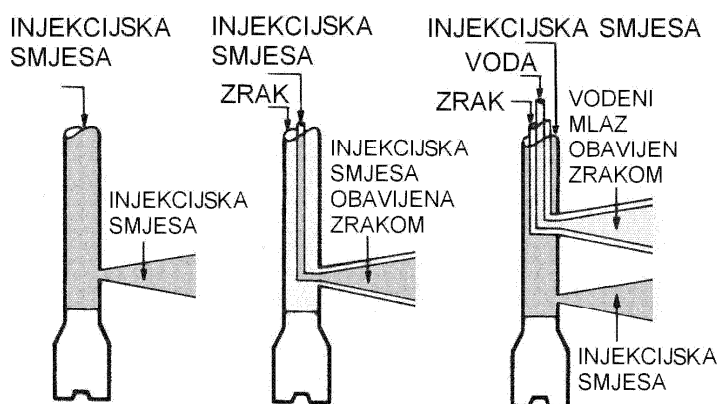
- монофлуидни систем,
- трифлуидни систем,
- бифлуидни систем,
- супер „JET GROUTING“ систем.

Монофлуидни „JET GROUTING“ систем је онај код којег примењени везивни материјал служи како за разбијање структура тла, тако и за формирање мешавине са тлом. Везиво се под високим притиском упумпава у тло преко бушаће шипке помоћу сета млазница, које се налазе изнад бургије. Услед велике брзине ротирања (10-30 о/мин) и високог притиска инјектирања (20-60 МПа), формира се стуб од ојачаног тла пречника како је Пројектом предвиђено, најчешће у опсегу од 40 до 120 цм.

Трифлуидни „JET GROUTING“ поступак разликује се од монофлуидног што се за разбијање структуре самониклог тла, у дубини, уместо везива користи вода под притиском, чије дејство је појачано молекулима компримованог ваздуха, сконцентрисани око воденог млаза. Компримовани ваздух доприноси појачању и проширењу дејства воденог млаза. Кад се обави бушење до пројектоване дубине, везиво се распршује кроз посебну млазницу уз уздизање шипке. Настали стуб од мешавине тла и везива досеже до пречника 2,00 м¹.

Двофлуидни „JET GROUTING“ поступак је поступак који представља комбинацију са једним и три флуида. Наиме принцип рада је исти као код монофлуидног поступка тим што се компримовани ваздух додаје у садејству са млазом цементног раствора. Овим се постиже двоструко брже разарање структуре тла. Овим поступком добија се пречник стабилизованог стуба, у зависности од врсте тла, од 1,00 до 1,80 м¹.

Супер „JET GROUTING“ поступак представља модификацију поступка са два флуида. Ту се цементни раствор, као везни материјал и компримовани ваздух пумпају кроз посебне коморе бушаће опреме. Кад се постигне Пројектом захтевана дубина, компримовани ваздух и цементни раствор еродирају тло, мешају са њим и спорим уздизањем и ротацијом бушеће шипке настаје стуб стабилизованог тла пречника до 3,50 м¹.



Слика 2. Приказ инјектирања по поступку „JET GROUTING“, са једним, два и три флуида
Picture 2 View by injecting the process of "JET grouting, with one, two and three fluid

Да би се учврстио стуб од тла и цемента, израђен по поступку „JET GROUTING“, могуће је у средини шипа, одмах по завршетку поступка, док цемент још није почео са везивањем, утисне једна челична арматурна шипка, пречника 25-32 мм, од челика Ra ili Ga 400/500.

МАТЕРИЈАЛИ

Основни чиниоци који служе за стварање стубова (шипова) по поступку „JET GROUTING“ су природне творевине глиновитих, прашинастих, песковитих или шљунковитих тла или њихове мешавине. Разорено тло и везивна маса од воде и цемента, са додатком или без додатка разних допова, се механичким поступком сједињавају, како је пројектом предвиђено. Састав везивне масе зависи од врсте тла, величине зрна тла и природне влажности. Пројектом се предвиди чврстоћа стуба израђеног по поступку „JET GROUTING“ и на основу тог захтева треба одредити количину цемента за 1 м³ мешавине тла и цемента.

Тла која се могу третирати поступком „JET GROUTING“, требају поседовати гранулометриски састав својствен глинама, прашинама, песковима, шљунковима и каменој дробини величине зрна до 20 мм. Водопропустљивост тла, које је повољно за „JET GROUTING“ поступак, треба бити од 10⁻⁵ до 10⁻¹¹ м³/сек. Ово својство није толико битно, јер се тло поступком „JET GROUTING“ разбија и меша са инјекционом смесом и мењајући структуру пропустљивости.

Битни параметри тла које се примењује за „JET GROUTING“ поступак, поред врсте тла су: збијеност, пластичност, влажност, ниво подземне воде, итд. Могуће је користити било које везиво као инјекциону масу, у пракси се најчешће примењују водоцементне мешавине. У циљу постизања непропустљивости тла најчешће се користи мешавина цемента, воде и бентонита. Потребна количина цемента за израду 1 м³ мешавине је за: једнофлуидни поступак 400-1000 кгр., за двофлуидни поступак је 150-550 кгр и за трофлуидни поступак 150-650 кгр.

За постојање жељног ефекта квалитета стубова, веома је важно одредити однос воде и цемента, тј. водоцементни фактор. Већим водоцементним фактором постиже се већа флуидност цементно-водне масе, али је крајња чврстоћа на притисак мања. Обично се водоцементни фактор, за било који флуид, крће између 0,8:1 и 2:1.

Садржај цемента у стубу стабилизованог тла има значајну улогу. Са већом количином цемента добија се већа отпорно-деформабилна својства стубова, али и време третмана се повећава.

Пречник инјекционог стуба (шипа), зависе од врсте тла. Код ситнозрних тла (глина и прашина) пречник је од 0,50 до 3,00 м¹. Код крупнозрних тла (песак, шљунак, камена дробина), пречник је од 0,40 до 2,00 м¹.

Чврстоћа добијене масе тла и инјекционе смесе треба бити у границама : за једнофлуидни начин за песковито тло 10-30 N/мм², а за глиновито тло 1,5 до 10 N/мм²; за двофлуидни начин за песковито тло 7,50-15 N/мм², а за глиновито тло 1,5 до 5; за трофлуидни начин, за песковито тло 10-20 N/мм², а за глиновито тло 1,5 до 7,5 N/мм².

Време третирања тла је врло важна чињеница са аспекта економичности.

Потребно је одредити притисак под којим ће бити извршено инјектирање (40-50 МПа) у зависности од врсте тла. Што је већи притисак испумпавања везива, то је већа енергија распршавања, односно брже разарање структуре тла. Висина притиска не даје шири пречник стуба. Пречник стуба је у функцији времена деловања распршиваног везива, што је време деловања распршавања цемента и воде веће то је пречник стуба већи. Потребно је утврдити тачно време распршивања за пројектовани пречник стуба.

Шипови по поступку „JET GROUTING“ могу се изводити појединачно или у групи. Кад су у групи могу бити на растојању или се додирују. Могу бити у једном или више редова, зависно од пројектног решења.

ОПРЕМА

Да би се инјектирање „JET GROUTING“ поступком обавило потребно је да Извођач радова поседује опрему у зависности од врсте „JET GROUTING“ поступка. Генерално потребна опрема треба да поседује:

- Бушаћу гарнитуру са специјалном бушаћом шипком и тајмером за контролисање брзине извлачења шипке (20-50 цм/мин.), носач млазница за везивни материјал,
- Пумпу за водени млаз високог притиска и великог капацитета (70 МПа, 300л/мин.),
- Пумпу за везиво ниског притиска (7МПа, 120л/мин.),
- Дозатор за инекциону масу,
- Резервар за воду.

КОНТРОЛА КВАЛИТЕТА

Да би се успешно применио поступак ојачања тла „JET GROUTING“, неопходно је спровести потребну контролу према програму тестирања. Програм тестирања обухвата:

- претходна тестирања,
- тестирања у току рада,
- накнадна тестирања.

Претходна тестирања

Потребно је пре почетка радова на инјектирању урадити два пробна стуба, дубине до 10 м¹. При изради стубова потребно је тестирати опрему и поступак рада, како би се добио Пројектом предвиђен пречник стуба и захтевана чврстоћа на притисак у стубу. У том смислу потребно је тестирати притисак којим се испунпава цементно везиво, компримовани ваздух и вода. Исто тако тестирањем брзине вађења шипке одредити пречник инјектираног стуба. Количину цемента по м³ израђеног инјектираног стуба треба тестирати, како би се добила пројектована чврстоћа.

Тестирања у току рада

У току извођења стабилованих шипова неопходно је скупљати реалне податке и снимању (компјутерском праћењу) целокупне операције инјектирања, на бази којих се добијају битни подаци, о времену и дубини инјектирања. На овај начин ствара се потребна документација за сваки стуб посебно и контрола стубова дали су израђени по пројекту.

Накнадна тестирања

Ова фаза тестирања обухвата лабораториско испитивање постигнуте чврстоће и запреминске масе узорака узетих „in situ“ из очврслих стубова, као и контролу оствареног пречника стуба косим подбушивањем.

У деловима шипа у којима се покаже девијантност у односу на Пројекат, поступа се санационим мерама.

LITERATURA

1. Ђорко Д.: Млазно ињектирање, Сопех d.o.o Zagreb
2. Златановић Е.: „Jet Grouting“, Часопис „Материјали и Конструкције“ 52, Београд 2009.
3. Институт за путеве Београд: Фонд стручне документације Института.