



Gk GEOTECHNIK

**REFERENZEN
2011. - 2015.**



Inhaltsverzeichnis

2015.

Seite

Krizevci – Lepavina

Dammsanierung Eisenbahnstrecke M201 4

Durmanec

Sanierung der Brücke Durmanec 1 5

Slano

ACI Marine Slano SOB Pfähle 6

Pag

Durchfahrt durch Pag 7

Ploce

Lagerfläche LPG Terminal 8

Slano

ACI Marine Slano 10

Ploce

Schüttgut Terminal Hafen Ploce 11

Omisalj

Terminal Omisalj – Lagertanks für Erdölprodukte 12

2014.

Pavlovci, Slowenien

Rekonstruktion Bahnstrecke 14

Veles – Katlanovo, Mazedonien

Sanierung der Autobahn E75 15

Cakovec

Tierfutterfabrik 16

Rugvica

Logistikzentrum RALU 17

Sveti Ivan Zelina

Oberschule „Dragutina Strazimira“ 18

Nagyatad, Ungarn

Umfahrung Nagyatad 19

Knin

Kläranlage der Stadt Knin..... 20

Hafen Ploce

Eingangsterminal 22

Rogotin

Sanierung der Uferbefestigung des Flusses Crna Rijeka 23

Oroslavlje

Viadukt Babici 24

Flughafen Zagreb

Neues Passagierterminal 25

2013.

str.

Dubrovnik

Pumpstationen Prijevor und Obuljeno 26

Novi Marof

Krankenhauserweiterung 27

Sracinec, Varazdin

Antennenmast kroatische Telekom 28

Hafen Ploce

Flüssiggutterminal 29

Hafen Ploce

Mehrzwecklager 30

2012.

Osijek

Draubücke Osijek 31

Strojarska Zagreb

Wohn- und Geschäftsgebäude VMD 32

Hafen Ploce

Schüttgut Terminal 34

Matulji – Ucka

Knoten Andeli 35

Pula

Kanalisation Riva und Flacius Straße 36

2011.

Bosut

Verlegung Teilstrecke D46, Brücke Bosut 38

Bozjakovina

Kläranlage Bozjakovina 39

Zagreb, Jakusevac

Brücke „Sava Jakusevac“ 40

Varazdin

Öffentliche Tiefgarage Kapuzinerplatz 42

Rijeka

Einkaufszentrum West 44

Kneginec, Varaždin

Entwässerungsanlage Kneginec 46

Novi Marof

Recycling Halle 47



Križevci - Lepavina, 2015. Dammsanierung Eisenbahnstrecke M201

Auftraggeber:

HŽ Infrastruktura d.o.o.,
Zagreb

Projekt:

Dammsanierung
Eisenbahnstrecke M201
DG - Botovo - Dugo
Selo, dionica Križevci -
Lepavina

Verfahren:

Jet Grouting duplex

Datum:

Juni 2015.



Jet Grouting unterhalb des Eisenbahndamms



Ausführung während des Verkehrsbetriebs



Kontrolle des erreichten Durchmessers

Zusammenfassung

Die Eisenbahnstrecke Križevci - Lepavina der Bahnlinie M201 verläuft hauptsächlich durch eine Gebirgslandschaft. Ein großer Teil der Strecke ist auf hohen Dämmen, welche sich in einem sehr schlechten Zustand befinden. Bei ungünstigen Wetterbedingungen treten oft Rutschungen ein, was oft zu Verkehrs- und Transportunterbrechungen führt. Deshalb wurde beschlossen die Dämme dauerhaft zu sanieren.

Die Sanierung der Dämme wurde mit dem Jet Grouting Verfahren ausgeführt. Das Verfahren selbst besteht aus zwei Phasen. Zuerst wird ein Bohrgestänge mit dem Düsenhalter bis zur Eingriffstiefe abgeteuft und danach wird durch das drehende und nach oben gezogene Gestänge Zementsuspension unter hohem Druck in den Boden injiziert. Es kommt zum Auflösen des Korngefüges und zur Vermischung des Bodens mit der Suspension.

Enge Platzverhältnisse und die Nähe zu Hochspannungsleitungen erschwerten die Arbeiten in großem Masse. Zusätzlich wurden die Arbeiten während des Verkehrsbetriebs ausgeführt, da keine größeren Transportunterbrechungen erlaubt waren. Ebenso durfte es zu keinen Hebungen der Gleise kommen. Durch verschiedene Versuche an Probesäulen

Durmanec, 2015.

Sanierung der Brücke Durmanec 1



Unterkolung des Brückenwiderlagers



Jet Grouting neben dem Fluss



Jet Grouting direkt neben dem freigelegten Brückenwiderlager

Zusammenfassung

Auf der Landstraße D1, ungefähr 3 km nördlich von Krapina, traten an der Straßenbrücke schwere Schäden auf. Aufgrund von Unterkolung des Widerlagers U1 traten große Setzungen ein und der Widerlager kippte und verformte sich. Der Verkehr über die Brücke wurde eingestellt und es begann eine dringende Sanierung.

Durch Bodenuntersuchungen wurde festgestellt dass der Baugrund im Bereich der Brückengründung aus Sand besteht, gefolgt mit dicht gelagertem Kies. Als optimale Sanierungsmethode entschied sich der Bauherr für eine Bodenverfestigung mit Jet Grouting. Die Säulen waren 8,0 m Lang und 80 cm im Durchmesser, Gesamt 18 Stück.

Drei verschiedene Jet Grouting Säulen wurden ausgeführt:

- Die erste Reihe der Jet Grouting Säulen direkt neben dem Fundament, mit Neigung von 20° in Bezug auf die Vertikale;
- Die zweite Reihe der Jet Grouting Säulen unter dem Fundament, mit Neigung von 20° in Bezug auf die Vertikale;
- Zusätzlich zwei Jet Grouting Säulen zwischen dem neuen Fundament und dem Bestehenden, ausgeführt vertikal.

Um die Stabilität des Widerlagers nicht zusätzlich zu gefährden wurden täglich nur 4 Säulen ausgeführt, so dass die Sanierungsarbeiten insgesamt 5 Arbeitstage gedauert haben.

Auftraggeber:

Viadukt d.d., Zagreb

Projekt:

Sanierung der Brücke
Durmanec 1

Verfahren:

Jet Grouting simplex

Datum:

Juli 2015.

Slano, 2015. ACI Marine Slano SOB Pfähle

Auftraggeber:

Pomgrad Inzenjering
Split

Projekt:

Hafen für Nautischen
Tourismus „Marina
Slano“

Verfahren:

CFA Pfähle

Datum:

Mai/Juni 2015.



Bohren mit Endlosschnecke



Einbau eines Stahlrohrs in frischen Beton



Integritätsprüfung von fertigen Pfählen

Zusammenfassung

Im Aquatorium Slano in der Bucht „Blato Popove Mladine“ wird eine neue Marine für Nautischen Tourismus gebaut. Innerhalb der Marine sind auch einige Gebäude geplant, die auf Bohrpfählen gegründet werden. Die Pfähle werden als SOB Pfähle mit Durchmesser 40 cm ausgeführt. Als Bewehrung sind Stahlrohre mit einem Durchmesser von 159 mm und ein Bewehrungskorb zur Verbindung der Pfahlköpfe in das Fundament vorgesehen.

Pfähle ausgeführt mit der SOB Technologie sind besonders gut geeignet bei hohem Grundwasser und bei sandigen Böden, da der Bedarf einer Stützung der Bohrlochwand durch eine Verrohrung oder durch Suspension entfällt.

Beim SOB-Pfahl (Schnecken-Ortbeton-Pfahl) wird mit einer durchgehenden Hohlbohrschnecke unverrohrt gebohrt. Die Stützung der Bohrlochwandung erfolgt beim Bohren durch die mit Bohrgut gefüllte Schnecke. Beim Ziehen der Schnecke wird durch das Zentralrohr gleichzeitig Beton eingepumpt, der dann die Stützung der Bohrlochwandung übernimmt.

Für die Gründung der Objekte innerhalb der Marine sind insgesamt 207 SOB Pfähle mit Tiefen zwischen 8 und 12 m ausgeführt.

Die Qualität der Pfähle wurde nach Erhärten des Pfahlbetons mit Integritätsprüfungen bestätigt.



Einbau vorgefertigter vertikaler Streifendrains



Dammschüttung im Meer



Ein Bereich ausgeführter vertikaler Streifendrains

Zusammenfassung

Die Durchfahrt von Fahrzeugen durch die Stadt Pag ist einer der kritischsten Punkt des Verkehrs auf der gesamten Insel Pag. Um dieses Problem zu beheben wird vor der Einfahrt in die Stadt Pag eine neue Trasse der Staatsstraße D106 in einer Länge von 910 Metern gebaut. Die Strecke verläuft größtenteils durch Festland und der Rest der Trasse durch den Küstenstreifen und Landgewinnung im Meer. Der Boden ist weich und neigt zu langfristigen Setzungen.

Um die Setzungen des Straßendamms vor der Fertigstellung der Schichten von der Fahrbahnstruktur zu beschleunigen wurden über die gesamte Oberfläche des Damms, einschließlich der Dammböschungen, vorgefertigten Vertikaldränagen von geosynthetischen Polypropylen installiert. Drains haben einen Axialabstand von 1,5 m. Eingebaut sind sie in Bereichen wo die Mächtigkeit der Meeressedimenten über 5 m ist.

In weniger als 10 Arbeitstagen wurden insgesamt 3.062 Streifendrains in einer Gesamtlänge von 27.900 Laufmeter senkrecht in den Boden gebracht.

Auftraggeber:

TRG d.o.o.
B. Trnovec, Varaždin

Projekt:

Ausbau der Staatsstraße
D 106 – Durchfahrt durch
Pag

Verfahren:

Streifendrains

Datum:

Mai 2015.

Auftraggeber:

Ing – Grad d.o.o.
Zagreb

Projekt:

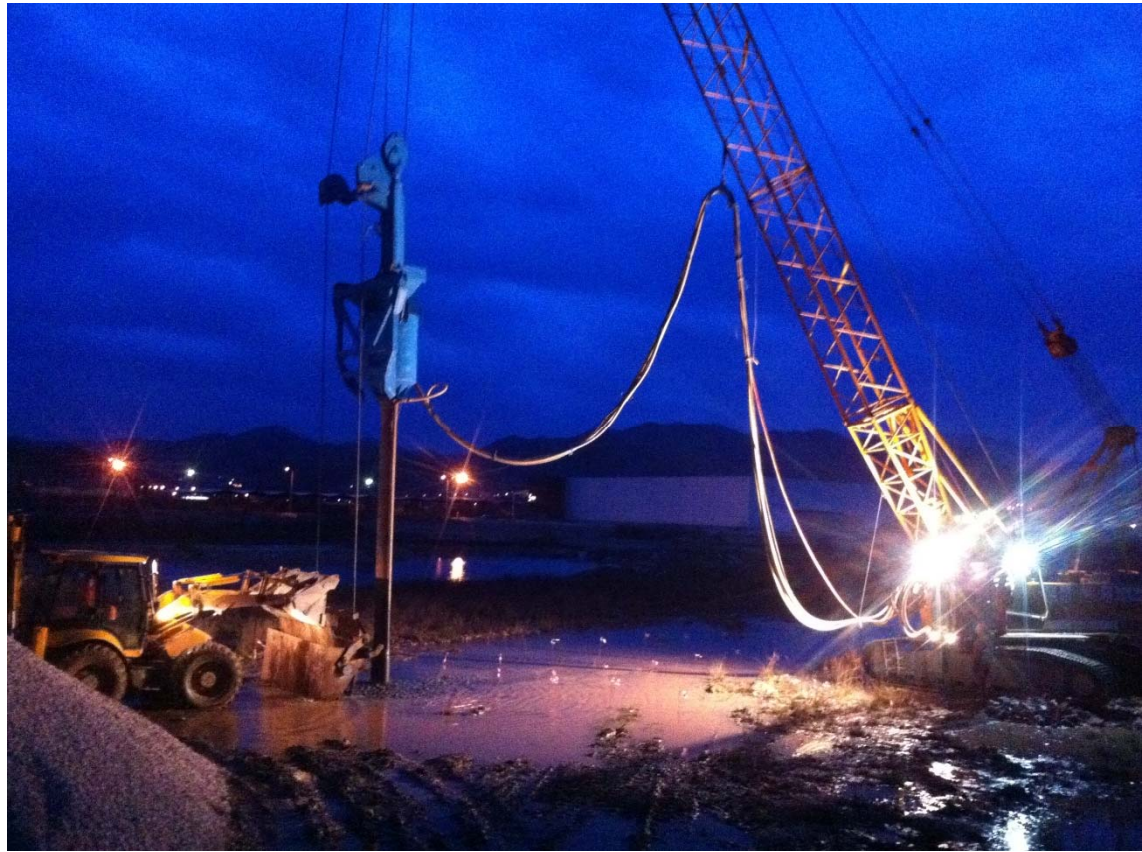
Terminal für Lieferung,
Lagerung und Transport
von Flüssiggut im Hafen
Ploče – Lagerfläche LPG

Verfahren:

Rüttelstopfverdichtung
Streifendrain

Datum:

Januar/Mai 2015.



Arbeiten in Nachtschicht



Vorbereitung des Arbeitsplanums



Vermessung und Aussteckung der Punkte

Zusammenfassung

Die kroatische Unternehmensgruppe PPD errichtet gemeinsam mit dem internationalen Terminalbetreiber VTTI im kroatischen Adria-Hafen Ploče einen neuen Komplex bestehend aus Terminal für Flüssiggut, System zur Behandlung von flüssigen und festen Abfällen und ein Betrieb für Reinigung und Wartung von LKW Zisternen und Kesselwagen.

LPG Terminal breitet sich aus auf einer Fläche von 24.461 m² und besteht aus einem Lager von unterirdischen Tanks (Propan, Butan oder Mischungen) mit einem Gesamtvolumen von 35.180 m³, beziehungsweise einer Speicherkapazität von 17.000 Tonnen.

Da der Boden in diesem Gebiet, aber auch in der Umgebung, extrem schlechte geotechnische Eigenschaften aufweist, wurde vor dem Bau eine Bodenverbesserung durchgeführt.

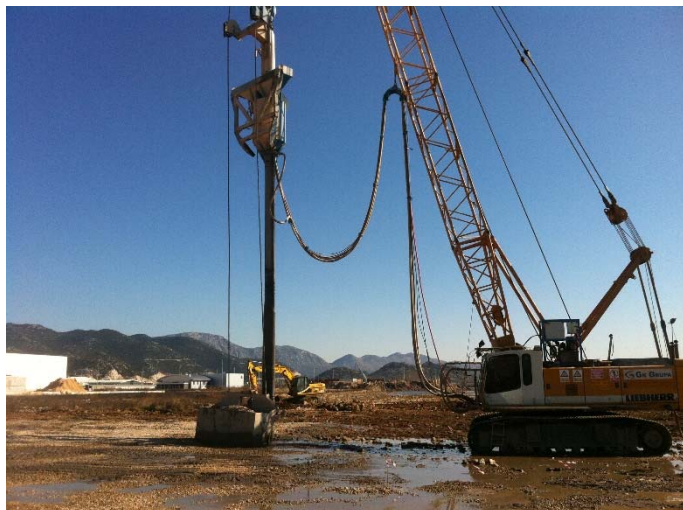
Die Bodenverbesserung wurde durch folgende Maßnahmen erreicht:

- eine Rüttelstopfverdichtung im Bereich der Tanks und zusätzlich noch in einem 7 m breiten Ring außerhalb der Behälter;
- Vorgefertigte vertikale Streifendrainen über das ganze Areal und
- Ausführung einer Anschüttung in einer Höhe von 10 m als Vorbelastung des Bodens.



← Durchhörtern der festen Anschüttung mit Hydraulikhammer

Eine Verbesserung des Baugrundes wird durch Verbesserung der allgemeinen physikalischen und mechanischen Eigenschaften des Bodens und der Beschleunigung der Konsolidierung erreicht. Ohne diese Maßnahmen würden sich die Setzungen über eine längere Zeit ausdehnen, was dann während der gesamten Betriebsphase der Bauwerke zu Schäden führen könnte.



← Ausführung von Rüttelstopfsäulen mit dem „dry bottom feed“ Verfahren

← Testproben des Einbaumaterials

Auftraggeber:

Pomgrad Inzenjering
Split

Projekt:

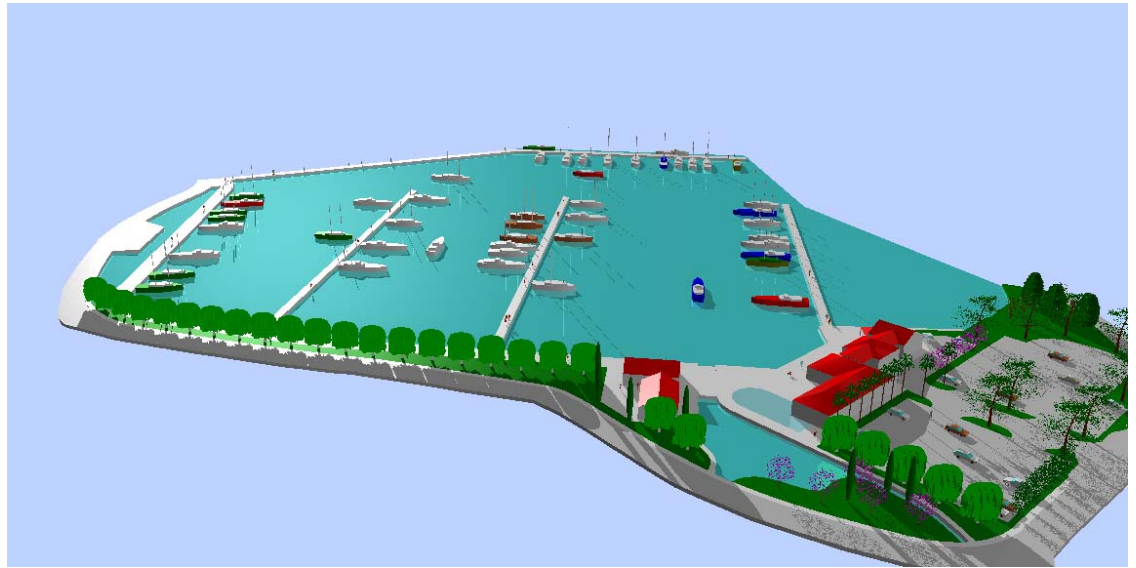
Hafen für Nautischen
Tourismus „Marina
Slano“

Verfahren:

Schottersäulen
„Dry bottom feed“

Datum:

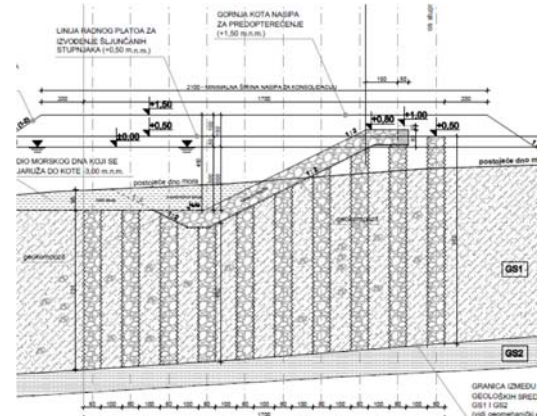
Dezember 2014./
April 2015.



Modell ACI Marine Slano



Ausführung der Arbeiten



Schnitt RSV Bodenverbesserung

Zusammenfassung

In den Gewässern der Hafenstadt Slano in der Bucht „Blato“ ist die Errichtung einer neuen Marine geplant. Die Meeressedimente bestehen aus weichen, verformungsempfindlichen Ablagerungen. Es handelt sich um Mischböden aus Sand, Schluff und organischen Beimengungen. Sie sind aus baugrundtechnischer Sicht in der Regel außerordentlich problematisch.

Um die globale Stabilität und die Tragfähigkeit zu erhöhen wurde der Baugrund mit dem Rüttelstopfverfahren verbessert. Die Stopfsäulen wurden von einer temporären Anschüttung aus ausgeführt, auf die nach Ende der Arbeiten noch zusätzlich 1,5 m Bodenlast als Überlastschüttung aufgetragen wurde.

Die Setzungen wurden alle 7 Tage gemessen. Die Werte lagen im Rahmen der Erwartungen, so dass die Abtragung der Überlastschüttung nach 3 Monaten stattfinden konnte.

Insgesamt wurden 1.872 Schottersäulen mit Einzellängen zwischen 2 und 12 m ausgeführt, Gesamtlänge ungefähr 16.000 m.

Ploce, 2015.

Schüttgut Terminal Hafen Ploce



Vorbereitung der Rammeinheit



Freigelegte Köpfe der Rammpfähle



Einbau der Sensoren für den Test

Zusammenfassung

Die Deponiefläche für Schüttgut befindet sich im südwestlichen Teil vom Hafen Ploce, westlich vom zukünftigen Terminal für Flüssiggut.

Das Ausbreitungsgebiet des Terminals liegt im Tal des Flusses Neretva. Die Delta Ablagerungen sind vermischt mit den Seesedimenten, entstanden in der Zeit des Quartärs. Bis Tiefen zwischen 30 und 40 m besteht der Boden aus einer Mischung von weichem Ton und Schluff, sowie locker gelagerten feinkörnigen Sandschichten. Teilweise sind auch leicht organische Schichten vorhanden.

Die Tiefgründung wurde mit Rammpfählen ausgeführt. Verwendet wurden Fertigbeton Pfähle aus Stahlbeton mit quadratischem Querschnitt 40 x 40 cm, Länge 16 m. Das Rammen erfolgte mit einem schlagenden Gerät, dem Rammbär. Dabei kam ein Hydraulik-Freifallhammer zum Einsatz.

In einem Zeitraum von 3 Monaten wurden insgesamt 650 Fertigbetonpfähle gerammt, wobei einige unterhalb der Erdoberfläche endeten, wozu eine speziell dafür entwickelte Stahlverlängerung zum Einsatz kam.

Jeder gerammte Pfahl ist gleichzeitig auch ein Testpfahl. Zur Prüfung der Traglast wurden 5% der Pfähle mit der dynamischen Methode untersucht. Der Testvorgang war relativ unkompliziert, da das Belastungsgerät, der Rammbär, schon vor Ort vorhanden war.

Auftraggeber:

Viadukt d.d.
Zagreb

Projekt:

Gründung der
technologischen Anlage
im Schüttgut Terminal
Hafen Ploce

Verfahren:

Gerammte Betonpfähle

Datum:

April/Juni 2015.

Auftraggeber:

Jadranski naftovod d.d.

Projekt:

Terminal Omisalj –
Lagertanks für
Erdölprodukte

Verfahren:

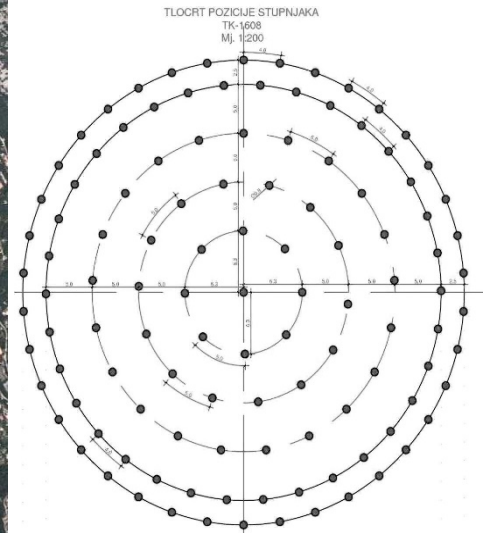
Jet Grouting triplex
Niederdruckinjktion

Datum:

Februar/Juli 2015.



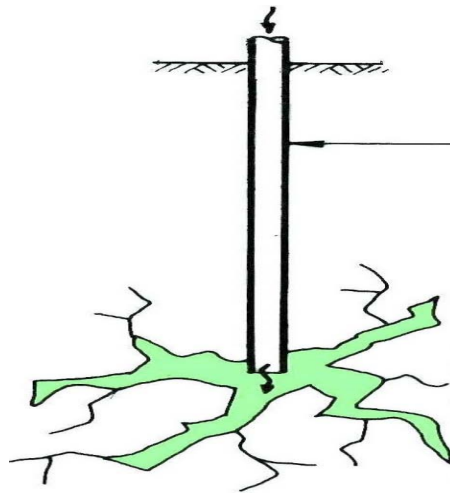
Position neuer Tanks , Kap Tenka



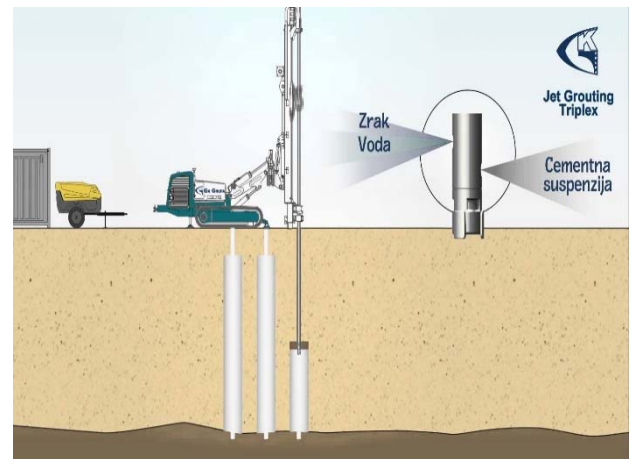
Austeilung der Injektionspunkte

Die Lagertanks für Erdölprodukte in Omisalj befinden sich auf der Insel Krk, auf dem Kap Tenka. Dort sind schon 20 Behälter vorhanden. Vorgesehen ist die Erweiterung mit fünf weiteren Lagertanks, wobei 4 der Tanks sich auf einem gemeinsamen Plateau befinden und der fünfte etwas nördlicher auf einem anderen.

Der Grundbau besteht aus einer Anschüttung verschiedener Stärke und aus verwittertem und festem Kalkstein. Als Bodenverbesserungsmethode wurden zwei Verfahren ausgewählt: Jet Grouting triplex und Niederdruckinjktion.



Niederdruckinjktion



Jet Grouting triplex

Arbeitsfeld Jet Gouting ➡





Probesäule



← Positionierung des Geräts



← Ausführung einer Jet Grouting Säule



← Fertigstellung einer Jet Grouting Säule

Niederdruckinjektionen wurden in festen und verwitterten Kalkstein angewandt mit dem Ziel diese Schichten zu verbessern. Mit Niederdruck wurde Zementsuspension in den Boden injiziert.

Das Jet Grouting triplex Verfahren kam in der Anschüttung zum Einsatz. Wasser umhüllt mit Luft erodiert den Boden und fördert Bodenfeinteile an die Erdoberfläche. Die Zementsuspension vermischt sich mit dem erodierten Boden und bildet die Jet Grouting Säule.

Auftraggeber:

Zelevnisko gradbeno
podjetje Ljubljana d.d.

Projekt:

Rekonstruktion
Bahnstrecke in Pavlovci

Verfahren:

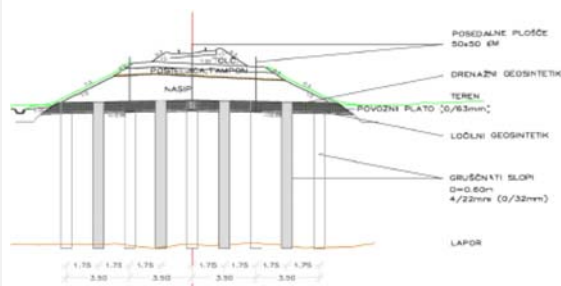
Schotterssäulen
„Dry bottom feed“

Datum:

Oktober/November 2014.



Ausführung der Schotterssäulen



Charakteristischer Schnitt



Zwei Geräte im Einsatz

Zusammenfassung

Ein Teil der Bahnstrecke beim Ort Pavlovci (in der Nähe von Ormoz, Slowenien) wird rekonstruiert mit dem Ziel eine scharfe S-Kurve zu entschärfen. Ein Teil der Neustrecke schneidet das Tal vom Bach Pavlovski, mit nicht tragfähigem und setzungsempfindlichem Boden. Die Höhe des neuen Damms beträgt bis zu 3,5 m in Bezug auf das umgebende Gelände.

Da der Boden schwach durchlässig ist, unterschiedlicher Mächtigkeit, würde der Damm verschiedene Setzungen in verschiedenen Zeitabständen erleiden. Um die Konsolidierung zu beschleunigen und die Restsetzungen auszugleichen, wurde auf dem ganzen Areal eine Bodenverbesserung mit Schotterssäulen ausgeführt.

Die Ausführungszeit war sehr kurz, weshalb teilweise zwei Einheiten zum Einsatz kamen, eine Pennine Maschine und ein Bauer BF 12 Gerät, in Tag/Nacht Schicht.

Insgesamt wurden 780 Schotterssäulen mit Einzellängen zwischen 6 und 7 m hergestellt.

Veles - Katlanovo, Mazedonien, 2014. Sanierung der Autobahn E75



Ausführung der Schottersäulen auf der Autobahn



Vorbereitung der Bettung



Arbeit bei laufendem Verkehr

Zusammenfassung

In Mazedonien, auf der Autobahn E75, Teilstrecke Veles Katlanovo, kam es an einigen Stellen zu größeren Deformationen und Schäden der Fahrbahnkonstruktion. Es wurde angenommen dass der Grund dieser Ereignisse darin liegt, dass die Anschüttung während des Baus der Autobahn nicht ausreichend verdichtet wurde. Im Zeitraum von 30 Jahren traten Setzungen von ungefähr 30 cm ein. Da der Konsolidierungsprozess noch immer nicht abgeschlossen war, wurde beschlossen eine Bodenverbesserung auszuführen mit dem Ziel weitere Setzungen zu eliminieren.

Einige Varianten wurden untersucht. Letztendlich entschied sich der Investor den Baugrund mit einer Tiefenverdichtung mit Rüttelstopfsäulen zu verbessern.

Da während der ganzen Ausführungszeit es nicht möglich war den Verkehr zu unterbrechen, wurde zuerst eine Fahrbahnhälfte der Autobahn verbessert. Nachdem man den Verkehr auf diesen sanierten Fahrbahnstreifen umleitete, wurde mit der Sanierung der zweiten Fahrbahnhälfte begonnen. Die Breite des Arbeitsplanums war nur 6 m, was stark auf den Arbeitsfortschritt Einfluss hatte.

Mit einigen Unterbrechungen wurden ab Mitte August bis Anfang Dezember 2014 an 6 Teilbereichen insgesamt 1.381 Schottersäulen mit Einzellängen zwischen 1,5 i 7 m hergestellt.

Auftraggeber:

Strabag AG
Niederlassung Strabag
Skopje

Projekt:

Rekonstruierung und
Sanierung der Autobahn
Veles - Katlanovo

Verfahren:

Schottersäulen
„Dry bottom feed“

Datum:

August/Dezember 2014.

Auftraggeber:

Perutnina Ptuj-Pipo
d.o.o. Cakovec

Projekt:

Gründung dreier
Getreidesilos mit
begleitender
technologischer Anlage

Vefahren:

Jet Grouting

Datum:

Februar 2014.



Getreidesilos in Betrieb



Baustelle Jet Grouting



Aushub zum Verlegen des Magerbetons

Zusammenfassung

Innerhalb der Fabrik Perutnina Ptuj – Pipo in Cakovec wurden 3 Getreidesilos mit begleitender Anlage errichtet. Die Silos sind im Durchmesser 12 m und haben eine Gesamtkapazität von 64.000 kN. Eine Förderschnecke, mit Gründungstiefe 3,5 m unter Geländeoberkante und zirka 1 m im Grundwasser, befindet sich direkt neben den Silos.

Laut geotechnischer Bodenuntersuchungen steht bis zur Tiefe von 7 m ein nicht Tragfähiger Boden an. Eine Setzungsberechnung hat gezeigt dass die Gesamtsetzungen, aber auch die Differenzialsetzungen wegen heterogener Bodenschichten, zu groß sind.

Die Bodenverbesserung wurde mit Jet Grouting im Raster 2,5 x 2,5 m durchgeführt, und als Baugrubensicherung wurden die Säulen Überschnitten hergestellt. Die gemessenen Setzungen während des Verfüllens der Silos lagen unterhalb der Prognostizierten.



Ausführung vorgefertigter vertikaler Streifendrains



Rammsondierung nach der Konsolidierung



Überlastschüttung

Zusammenfassung

In Rugvica, einem kleinen Ort in der Nähe von Zagreb, plant die Firma RALU den Bau einer großen Lagerhalle. Außer eines Logistik- und Distributionszentrums wird auch eine kleinere Halle errichtet, mit einer Werkstatt, Waschanlage, Lagerplatz und einem Warteraum für die Fahrer.

Die prognostizierten Setzungen der Gründungsplatte sind nicht zugelassen und vergrößern noch zusätzlich die Setzungen der Einzelfundamente, beziehungsweise ziehen die ganze Hallenkonstruktion nach unten. Um diese Setzungen noch vor dem Bau der Halle zu verwirklichen, werden in den setzungsempfindlichen Boden Streifendrains installiert und der Baugrund mit einer Schüttlast von 3,5 m vorbelastet.

Die Funktion der Vertikaldrains ist es die Konsolidierung der feinkörnigen, wassergesättigten Böden zu beschleunigen, da sich bei solchen Böden, bei Zusatzbelastung, die Setzungen über einen längeren Zeitraum abspielen. Diese Art von Drainierung ermöglicht dem Porenwasser horizontal zum nächsten Drain zu fließen, die Porendrücke werden kleiner und der Boden wird stabiler.

Auftraggeber:

Ralu Logistika d.o.o.
Zagreb

Projekt:

Logistik- und
Distributionszentrum
RALU Rugvica

Verfahren:

Vorgefertigte
Streifendrains

Datum:

April 2014.

Auftraggeber:

Oberschule
"Dragutina Strazimira"
Sveti Ivan Zelina

Projekt:

Gründungssanierung

Verfahren:

Kleinbohrpfähle

Datum:

Juni/Juli 2014



Südlicher Flügel der Schule saniert mit Kleinbohrpfählen



Bewehrung des Kopfbalkens



Mikropfähle neben dem Fundament

Zusammenfassung

An einem Teil der Oberschule Dragutin Strazimir in Sveti Ivan Zelina, im Sekretariat, traten an den Wänden Risse auf. Am Anfang waren es feine Risse, aber mit der Zeit erschienen sie auch in anderen Zimmern. Außer der Risse trat auch eine Erweiterung der Dilatation auf und es kam zum Abfallen des Putzes von den Wänden.

Um weitere Schäden zu verhindern wurde Entschlossen eine Gründungssanierung mit Kleinbohrpfählen durchzuführen. Die Kleinbohrpfähle wurden mit einen Kopfbalken und kurzen Ankern mit dem bestehenden Fundament verbunden.

Die Kleinbohrpfähle haben einen Durchmesser von 25 cm Längen zwischen 4,0 und 6,0 m. Die Bewehrung besteht aus einem Stahlrohr mit 152,4 mm Durchmesser und 5,0 mm Wandstärke. Jeder Kleinbohrpfahl ist mindestens 2 m in die Felsschicht eingebunden.

An den Außenwänden der Schule sind Messpunkte installiert um geodätisch die weitere Entwicklung zu verfolgen. In regelmäßigen Zeitabschnitten werden an zwei Punkten absolute und an drei Punkten vertikale Verformungen gemessen.

Nagyatad, Ungarn, 2014.

Umfahrung Nagyatad



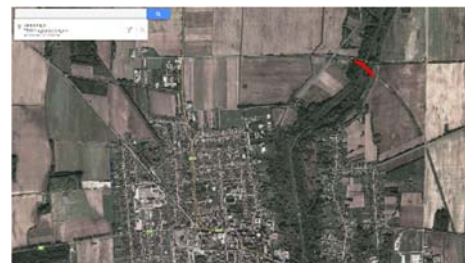
Befüllung des Korbs mit Kies



Rüttelstopfverdichtung und Impulsverdichtung



Kontrolle des Säulendurchmessers



Umfahrung Nagyatad

Auftraggeber:

Terra – Mix Hungary
Szombathely

Projekt:

Umfahrung Nagyatad

Verfahren:

Schottersäulen
„Dry bottom feed“

Datum:

Juni 2014.

Zusammenfassung

Um die Stadt Nagyatad, die sich im südwestlichen Teil von Ungarn befindet, in der Nähe der kroatischen Grenze, wird eine Umfahrung gebaut. Die Bodenverbesserung wird mit der dynamischen Impulsverdichtung ausgeführt. Diese Methode hat, was sowohl die Einflusstiefe als auch das Verdichtungsmaterial betrifft, eine Grenze. An zwei Teilstrecken der Umfahrung konnte keine Erfolgreiche Verdichtung erzielt werden.

Um in diesen Bereichen den Boden zu verbessern, kam das Rüttelstopfverfahren zum Einsatz. Rüttelstopfsäulen werden in fast allen Böden ausgeführt und die Tiefe ist nur durch das Eingesetzte Gerät begrenzt.

Schottersäulen bei der Umfahrung Nagyatad hatten Einzellängen bis 8 m und wurden bis zu tieferliegende festere Bodenschichten ausgeführt.

Knin, 2014. Kläranlage der Stadt Knin

Auftraggeber:

Stadt Knin

Projekt:

Kläranlage der Stadt
Knin

Verfahren:

Vertikaldrains
RDV Tiefenverdichtung

Datum:

März/Dezember 2014.



Trichteraufbau während der Tiefenverdichtung



Einbau Vertikaldrains



Vertikaldrains in Funktion

Zusammenfassung

In der Stadt Knin direkt neben dem Bach Orasnica, auf einer Grundfläche von 225 x 80 m, wird eine Kläranlage gebaut. Der Bauort ist aus geotechnischer Hinsicht her sehr kompliziert. Bis zu großen Tiefen besteht der Baugrund aus setzungsempfindlichen Bodenschichten, breiigen organischen Schlamm und Torf, gefolgt von weichem Ton und Sand sehr locker gelagert. Feste, tragfähige Schichten, befinden sich in einer Tiefe von über 50 m.

Da eine Standortänderung der Kläranlage aus technologischen Gründen nicht in Frage kam wurde eine Baugrundsanie rung vorgenommen. Die Bodenverbesserung war in zwei Phasen aufgeteilt.

In der ersten Phase wurden Streifendrainen in den Boden hineingedrückt und das ganze Areal mit 5 m aufgeschüttet. In der zweiten Phase wurde eine Tiefenverdichtung mit dem RDV System ausgeführt und das Baugebiet wieder mit einer Bodenschüttung überbelastet. Nach Beendigung der Konsolidierung wurde die Überlast entfernt und es begann der Bau der Kläranlage.



← Betonierarbeiten
Bioreaktor und
Nachklärbecken

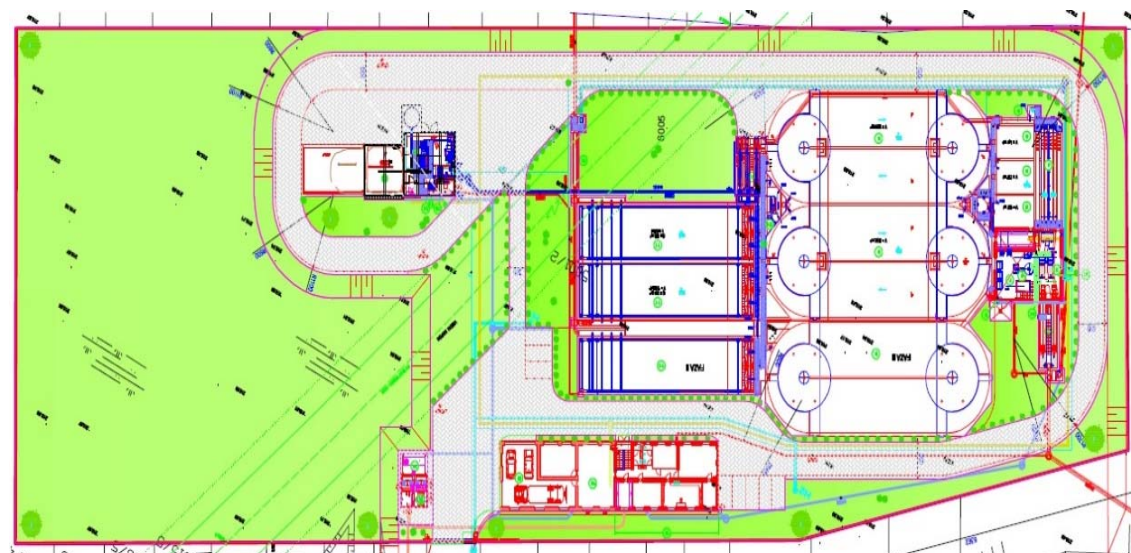
1. Phase Baugrundverbesserung

Um die Konsolidierung zu beschleunigen und die Bodensteifigkeit zu erhöhen wurden in den Boden Streifendrainen eingebaut und eine Überlastschüttung von 5 m ausgeführt. Die Setzung verursacht durch die aufgebraachte Bodenlast betrug zwischen 3 und 5 m, so dass an einigen Stellen die komplette Aufschüttung in den Boden versank.

2. Phase Baugrundverbesserung

Nach Beendigung der Konsolidierung begann die zweite Phase der Baugrundverbesserung. Da der Boden hauptsächlich aus sandigen Schichten besteht kam eine Tiefenverdichtung mit dem RDV Verfahren zum Einsatz. In den Trichter rund um den Rüttler wird Steinmaterial von der Oberfläche aus eingeschüttet. Auf diese Weise wurde annähernd 25.000 m³ Steinmaterial in den Baugrund eingerüttelt. Am Ende wurde das ganze Areal wieder auf die geplante Höhe angeschüttet.

Die Setzungen wurden mit 20 geodätischen Festpunkten alle 7 Tage verfolgt. Die Messungen lagen innerhalb der prognostizierten Werte.



← Grundriss Kläranlage

Hafen Ploče, 2014. Eingangsterminal

Naručitelj:

Lucka uprava Ploče
d.o.o Ploče

Objekt:

Eingangsterminal „Hafen
Ploče“

Verfahren:

Rüttelstopfverdichtung
Vertikaldrains
Zementstabilisierung

Datum:

Januar/August 2014.



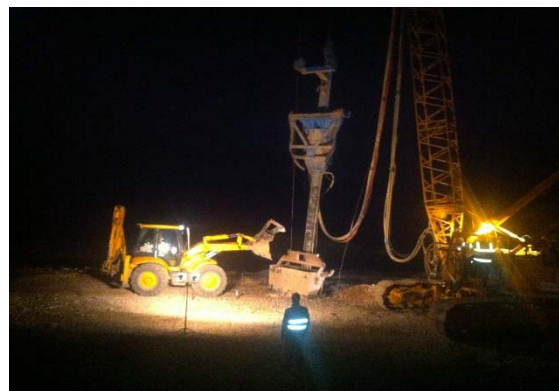
Neuer Eingang zum Hafen



Vertikaldrains



Zementstabilisierung



Ausführung Schotterssäulen in Nachtschicht



Schotterssäule im Durchmesser 100 cm

Zusammenfassung

Die Hafenverwaltung von Ploče als Investor baut einen neuen Eingang zum Hafen Ploče. Das neue Terminal besteht aus der Hafenverwaltung, Grenze, Polizei, Spedition, innerem und äußerem Parkplatz und der Zufahrtstraße.

Projektiert ist eine Baugrundverbesserung mit Schotterssäulen kombiniert mit einer Überlastschüttung im Bereich der Gebäude. Auf den Parkplätzen werden Vertikaldrains ausgeführt, ebenso kombiniert mit einer Überlastschüttung. Für die Zufahrtstrasse ist eine Zementstabilisierung geplant.

Insgesamt wurden 265.000 m Vertikaldrains, 5.000 m Schotterssäulen und 8.000 m² Zementstabilisierung ausgeführt.

Rogotin, 2014.

Sanierung der Uferbefestigung des Flusses Crna Rijeka



Linke Uferbefestigung des Flusses Crna Rijeka



Gerät im Einsatz



Freigelegte Pfahlköpfe

Zusammenfassung

Die Sanierung der linken Uferbefestigung des Flusses Crna Rijeka in Rogotin und die Sanierung des Anschlusses an die Staatsstraße D8 wurde wegen der nicht tragfähigen Schichten im Gründungsbereich mit einer Pfahlgründung ausgeführt.

Die Tiefgründung bestand aus Bohrpfählen Durchmesser 80 cm, verbunden miteinander mit einem Kopfbalken.

Bei diesem Verfahren wird ein unten offenes Stahlrohr in den Boden gebohrt. Der Boden wird dabei aus dem Inneren des Rohres entfernt, dann wird eine Stahlbewehrung oder Stahltragglied eingebracht und das Rohr mit Ortbeton verfüllt. Entsprechend dem Betonierfortschritt wird das Stahlrohr schrittweise herausgezogen, dabei wird auch evtl. in der Tiefe stehendes oder eindringendes Wasser vom schwereren frischen Beton nach oben gespült, bis es letztendlich auf der Oberfläche des Pfahls steht und den frischen Beton dort etwas entmischt.

Die Länge der Pfähle war unterschiedlich, abhängig von der Tiefe des anstehenden Felsen in den sie 3,0 m eingebohrt waren.

Insgesamt wurden 470 Laufmeter Bohrpfähle mit einem Durchmesser von 80 cm und Einzellängen zwischen 3 bis 18 m ausgeführt.

Auftraggeber:

Viadukt d.d.
Zagreb

Projekt:

Sanierung der linken
Uferbefestigung des
Flusses Crna Rijeka in
Rogotin

Verfahren:

Bohrpfähle
Durchmesser 80 cm

Datum:

April/Juli 2014.

Auftraggeber:

Viadukt d.d., Zagreb

Projekt:

Talbrücke Babici

Verfahren:

Vertikaldrains

Datum:

April 2014.



Baufeld mit Streifendrain



Positionierung des →
Gerätes

Zusammenfassung

Viadukt "Babici" befindet sich se auf der Schnellstraße Popovec- Marija Bistrica - Zabok, Strecke Andrasevec – Mokrice (D307).

Das größte Problem bei der Gründung der Talbrücke war es die Setzungen der Stützen, der Widerlager und der Dammschüttung so gut wie möglich auszugleichen. Hohe Dämme führen auf den Aufstandsflächen zu hohe Zusatzlasten auf den Baugrund. Die Folge sind hohe Bodensetzungen unter dem Damm und auch des Widerlagers.

Vertikaldrains aus Polypropylen werden Eingesetzt um die Konsolidierung setzungsempfindlicher, bindiger, wassergesättigter Böden zu beschleunigen.

Die Einbautiefe bei diesem Projekt lag bei 6,5 m. Der Einbau der Drains erfolgte mit Hilfe einer auf einem Hydraulikbagger angebrachten von mäklergeführten Speziallanteze.

Flughafen Zagreb, 2014. Neues Passagierterminal



Jet Grouting als Gründungssäulen



Vorbereitung der Säulenköpfe



Bewehrung des Stützenfundamentes

Zusammenfassung

Die Gründung einer Brücke auf der Zufahrtstraße zum neuen Passagierterminal am Flughafen Zagreb wurde auf einem mit Jet Grouting verbesserten Boden ausgeführt.

Geotechnische Bodenuntersuchungen haben gezeigt dass bis zur Tiefe von 2,3 m ein hochplastischer Ton ansteht, gefolgt von weit gestuften Kies-Sand Gemischen (bis 6 m Tiefe) und eng gestuften Kies in größeren Tiefen. Die Steifigkeit des Boden in dem die Brücke gegründet wird (GW i GP) ist relativ hoch und die Setzungen betragen zwischen 1,6 do 3,8 cm. Da die Anforderung des Tragwerksplaners war die Setzungen auf 1 cm zu begrenzen, wurde entschieden unter den Stützen eine Bodenverbesserung durchzuführen.

Als optimale Methode der Baugrundverbesserung wurde Jet Grouting ausgewählt. Die Jet Grouting Säulen hatten einen Durchmesser von 80 cm und wurden mit dem Duplex System ausgeführt. Da die Gründungstiefe der Stützen bis 3,0 m betrag, wurden die Bohr- und Injektionsarbeiten von einem tiefergelegtem Arbeitsplanum aus ausgeführt.

Bei Erdbeben könnte es zum Abheben der Einzelfundamente kommen, weshalb in die frischen Jet Grouting Säulen zusätzlich Stahlstangen eingedrückt wurden. Das Ende der Stäbe wurde umgebogen und mit Hilfe einer Ankerplatte mit der Bewehrung der Einzelfundamente verbunden.

Auftraggeber:

Viadukt d.d., Zagreb

Projekt:

Neues Passagierterminal
am Flughafen Zagreb mit
Zufahrtstraße

Verfahren:

Jet Grouting duplex

Datum:

Juli 2014.

Dubrovnik, 2013. Pumpstationen Prijedor und Obuljeno

Auftraggeber:

Viadukt d.d.
Zagreb

Projekt:

Schmutzwassersammler
in Prijedor und Obuljeno

Verfahren:

Jet Grouting

Datum:

April/September 2013.



Baugrubensicherung am Ufer von Ombla



Betonierarbeiten im trockenen



Ansicht von der anderen Seite des Flusses

Zusammenfassung

In der Nähe von Dubrovnik, in den Orten Prijedor und Obuljeno neben dem Fluss Obuljeno, wird ein Schmutzwassersammler gebaut. Außer einem Abwasserrohrnetz sind auch zwei Pumpstationen geplant. Die Stationen befinden sich neben dem Flussufer Ombla und sind komplett in den Boden versenkt in eine Tiefe von 5 m von der Oberfläche aus, ungefähr 4 m unter dem Grundwasserspiegel.

Aus geotechnischer Hinsicht mussten einige Probleme gelöst werden: Baugrubensicherung, Abdichtung gegen Grundwasser, Auftriebssicherung, Gründung auf nicht Tragfähigem Baugrund und globale Stabilität des Objektes, welches sich am Flussufer befindet. Alle diese Anforderungen wurden mit der Jet Grouting Technologie gelöst.

Die Stabilität des Aushubs wurde mit einer Wand aus Jet Grouting Säulen erreicht, bewehrt mit Stahlstäben, einem Kopfbalken und Steifen. Als Sicherung gegen Grundwasser von unten wurde eine Dichtsohle mit Jet Grouting ausgeführt. Die Sohle hatte gleichzeitig die Aufgabe den Auftrieb zu eliminieren.

Da außerdem sehr kleine Platzverhältnisse vorhanden waren, zeigte sich Jet Grouting als ein optimales System zur Lösung verschiedener Aufgaben. Die Arbeiten wurden rechtzeitig ausgeführt und die anschließenden Betonierarbeiten konnten im Trockenen fortgesetzt werden.

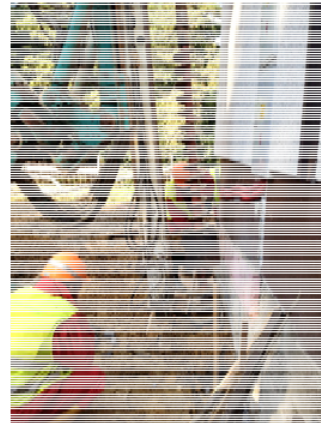
Novi Marof, 2013. Krankenhausweiterung



Tiefgeschoß Zwischengebäude



Baugrubensicherung Abteilung II



Bohrarbeiten

Zusammenfassung

In der Spezialklinik für chronische Erkrankungen in Novi Marof wird ein neues Gebäude zwischen den Abteilungen II und III gebaut. Wegen des tiefen Aushubs für das Kellergeschoß war es notwendig eine Baugrubensicherung auszuführen, damit Verformungen während des Aushubs minimal bleiben und keine Schäden auftreten.

Die Sicherung wurde mit Kleinbohrpfählen mit Durchmesser 30 cm und Einzellängen 6,0 und 9,0 m ausgeführt, abhängig von der Aushubtiefe. Die Pfähle waren mit Stahlträgern bewehrt und in einem Achsabstand von 0,8 und 0,9 m angelegt.

Die Tragfähigkeit und Steifigkeit der Konstruktion wurde mit Querbalken und zwei beziehungsweise drei Ankerlagen erreicht.

Auftraggeber:

„Gradevinarstvo“
vl. Mijo Stipic
Sveti Ivan Zelina

Projekt:

Gebäude zwischen
Abteilungen II und III des
Spezialkrankenhauses in
Novi Marof

Verfahren:

Kleinbohrpfähle und
Stabanker

Datum:

Oktober/November 2013.

Sracinec, Varazdin, 2013. Antennenmast kroatische Telekom

Auftraggeber:

Gradbenik, Obrt za
gradevinsko zanatstvo
Obrez Vivodinski

Projekt:

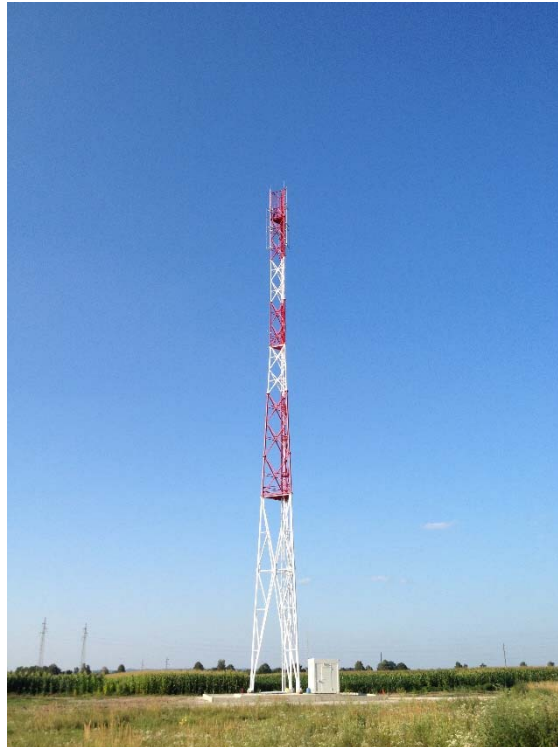
Basisstation für mobile
Kommunikation

Verfahren:

SOB Pfähle

Datum:

Mai 2013.



Antennenmast in Betrieb



Ausführung SOB Pfähle



Einbau Pfahlbewehrung

Zusammenfassung

Im Bezirk Varazdin, nördlich vom Ort Sracinec, wurde ein Antennenmast der kroatischen Telekom mit SOB Pfählen gegründet.

Bis 6 m Tiefe besteht der Baugrund aus einer Anschüttung, heterogener Beschaffenheit und lockerer Lagerung, gefolgt mit Kies und Sandgemischen mitteldichter Lagerung. Zwei Gründungsvarianten wurden untersucht – Bodentausch bis zur Tiefe von 6 m i eine Tiefgründung mit Bohrpfählen. Die Entscheidung fiel auf eine Gründung mit bewehrten Schneckenortbetonpfählen.

Die Herstellung eines Schneckenbohrpfahls erfolgt in der Regel in vier Phasen:

- Phase I: Die hohle Endlosbohrschnecke wird erschütterungsfrei in den Boden eingeschraubt.
- Phase II: Die Bohrung wird durchgeführt und permanent überwacht. Die Bohrtiefe, und damit die Länge des Bohrpfahls, kann in dieser Phase noch problemlos variiert werden.
- Phase III: Nach Erreichen der Solltiefe wird Beton unter hohem Druck durch die hohle Bohrschnecke in das Bohrloch gepumpt. Der eingepumpte Beton drückt die Bohrschnecke ohne Drehung nach oben.
- Phase IV: Nach dem Entfernen des an der Oberfläche angehäuften Bohrgutes wird die Anschlußbewehrung in den noch frischen Beton eingerüttelt.

Die Pfähle waren 7 m Lang und hatten einen Durchmesser von 40 cm. Die Arbeiten wurden von einem 2 m vom Gelände tieferliegenden Arbeitsplanum aus ausgeführt.

Hafen Ploče, 2013. Flüssiggutterminal



Model des zukünftigen Terminals



Vorboren der Anschüttung



Ausführung Schottersäulen und Vertikaldrains



Vertikaldrains

Bauherr:

Luka Ploče Trgovina
d.o.o., Ploče

Projekt:

Flüssiggutterminal
„Hafen Ploče“

Verfahren:

Schottersäulen
Vertikaldrains

Datum:

April/August 2013.

Zusammenfassung

Die kroatische Unternehmensgruppe Prvo plinarsko društvo (PPD) errichtet gemeinsam mit dem internationalen Terminalbetreiber VTTI im kroatischen Adria-Hafen Ploče einen neuen Flüssiggutterminal. In der ersten Bauphase werden von insgesamt 9 Teilbereichen zwei ausgeführt, Gruppe 100 und Gruppe 200.

Nach Auftrag des Arbeitgebers war es notwendig mit der Bodenverbesserung für die erste Phase des Baus zu beginnen.

Die Baugrundverbesserung bestand aus folgenden Verfahren:

- Ausführung von Rüttelstopfsäulen im Bereich der Tanks und zusätzlich noch in einem 7 m breiten Ring außerhalb der Tanks;
- Einbau von vorgefertigten vertikalen Streifendrainen über das ganze Areal und
- Anschüttung einer Vorbelastung des Bodens in einer Höhe von 10 m.

Insgesamt wurden 28.678 lfm Schottersäulen mit Einzellängen von 6,5 m und 187.952 lfm Vertikaldrains mit Einzellängen von 25 m ausgeführt.

Hafen Ploce, 2013. Mehrzwecklager

Auftraggeber:

Top Logistics d.o.o.
Ploce

Projekt:

Mehrzwecklager in der
zollfreien Zone des
Hafen Ploce

Verfahren:

Schottersäulen
„Dry bottom feed“

Datum:

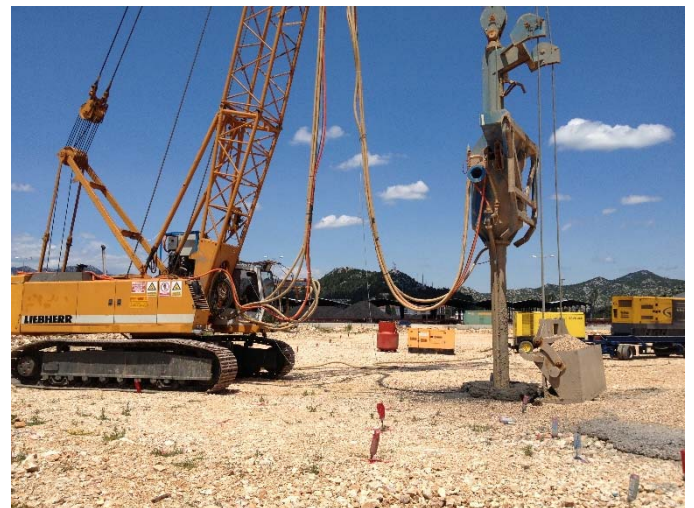
Juni/Juli 2013.



Neue Halle in Funktion



Gerät in Betrieb



Verfüllen des Kiesspeichers mit Material

Zusammenfassung

Um den Bau eines neuen Mehrzwecklagers in der zollfreien Zone von Hafen Ploce zu ermöglichen musste auf dem Gründungsareal vorher eine Baugrundverbesserung mit der Rüttelstopfverdichtung („dry bottom feed“ Methode) durchgeführt werden. Innerhalb der Halle waren die Schottersäulen mit einem mittleren Durchmesser von 100 cm, und unter den Wassertanks mit 90 cm ausgeführt. Für beide Bereiche war die Verbesserungstiefe 15 m.

Der Unterschied zwischen der „Dry Bottom Feed“ Methode und der „Top Feed“ Methode liegt in der Ausführungsweise. Bei der ersten Methode wird ein Materialkübel gefüllt mit Kies am Mast hochgefahren und entleert seinen Inhalt in die Schleuse. Nach dem Schließen der Schleusenklappe unterstützt Preßluft den Materialfluß zur Austrittsstelle an der Rüttlerspitze. Bei der zweiten Methode wird das Material von der Erdoberfläche aus gefüllt.

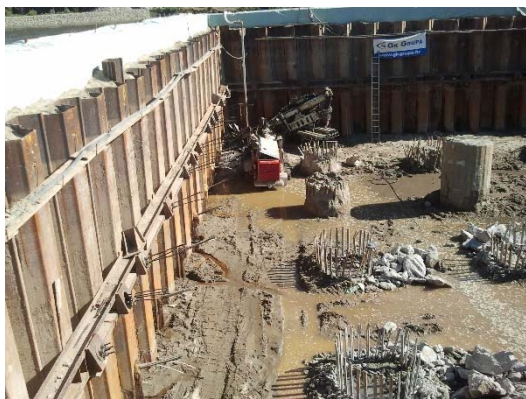
Welche von dieser Technologien zum Einsatz kommt hängt von mehreren Faktoren ab, hauptsächlich der Bodenart und der Möglichkeit mit Luft oder Wasser arbeiten zu können.

Innerhalb von 45 Tagen wurden insgesamt 12.000 lfm Schottersäulen ausgeführt.

Osijek, 2012. Draubrücke Osijek



Neue Draubrücke in Osijek



Ausführung Litzenanker



Ausführung Schotterssäulen

Zusammenfassung

Die Draubrücke in Osijek ist Teil einer Autobahn im Osten Kroatiens, die Budapest, Osijek, Sarajevo und Ploce verbindet. Sie gehört zur 700 km langen paneuropäischen Route E73 und soll künftig auch als Verbindungsweg nach Montenegro, Albanien und Griechenland dienen. Die Draubrücke, ist 2.485 m lang und führt, wie der Name schon sagt, über den Fluss Drau.

Der zentrale Teil der Brücke besteht aus drei Stahlabschnitten (100 m, 220 m, 100 m), die auf zwei A-förmigen 57 m hohen Masten hängen. Die Gründung der Masten erfolgte auf Bohrpfehlen. Um die Gefahr einer möglichen Bodenverflüssigung bei Erdbeben zu eliminieren wurde vorher eine Bodenverbesserung mit Rütteldruckverdichtung durchgeführt. Die 10 m mächtige locker bis mittel dicht gelagerte Sandschicht wurde in eine dichte Lagerung gebracht.

Die Baugrubensicherung für die Gründung der Pfeiler wurde mit einer rückverankerter Stahlspundwand erstellt. In zwei Ankerlagen wurden 14 und 25 m lange Litzenanker in den Boden eingebaut.

Insgesamt wurden 2.500 lfm Litzenanker und 1.920 lfm Rückeldruckverdichtung ausgeführt.



Auftraggeber:

Viadukt d.d. Zagreb

Projekt:

Draubrücke Osijek

Verfahren:

Litzenanker
Tiefenverdichtung

Datum:

Juli/September 2012.

Strojarska Zagreb, 2012. Wohn- und Geschäftsgebäude VMD

Auftraggeber:

VMD Promet d.o.o.,
Zagreb

Projekt:

Wohn- und
Geschäftsgebäude VMD
Strojarska

Verfahren:

Betonbohrpfähle 500 mm
und 600 mm

Datum:

November/Dezember
2012.



Modell VMD Strojarska Zagreb



Bohrarbeiten in der Baugrube

Zusammenfassung

Das neue Wohn- und Geschäftsgebäude VMD Strojarska befindet sich im Zentrum von Zagreb in der Nähe des Hauptbahnhofs.

Die Firma GK Grupa hat im Januar 2012. relativ umfangreiche geotechnische Bodenuntersuchungen für das ganze Komplex durchgeführt, sowie die Ausarbeitung der Projektunterlagen für die Gründung. Der ganze Komplex besteht aus 4 Hochhäusern und 4 Tiefgaragen mit insgesamt 60.000 m² Nutzfläche.

Für die Tiefgründung dieses relativ großen und statisch anspruchsvollen Komplexes waren bewehrte Betonbohrpfähle Durchmesser 500 mm und 600 mm mit Einzellängen von 9,0 m und 11,0 m projektiert. Auftrieb der während des Baus des unterirdischen Teiles der Gebäude auftreten könnte wurde mit Zugpfählen beherrscht, weshalb die Pfähle außer auf Druck auch auf Zug dimensioniert waren.



← Arbeit mit zwei Bohranlagen

Im Grundriss sind die Bohrpfähle so ausgeteilt dass die Gesamtsetzungen maximal verringert und die Differenzialsetzungen ausgeglichen werden. Unter dem Kern der Türme sind die Pfähle in einem dichteren Abstand voneinander angeordnet, in 2,5 x 2,5 m.

Die Bewehrung der Pfähle ist dimensioniert um die Druck- und Zugkräfte, sowie die Horizontalkräfte vom Erdbeben zu übernehmen.

Nach Wunsch des Auftraggebers die Pfahlarbeiten so schnell wie möglich auszuführen, kamen zwei Bohrgeräte zum Einsatz. Insgesamt wurden unter schweren Wetterbedingungen, während der Monate November und Dezember 740 Bohrpfähle ausgeführt.



Betonierung der Bohrpfähle



← Magerbeton und Pfahlköpfe

Hafen Ploce, 2012. Schüttgut Terminal

Auftraggeber:

Viadukt d.d., Zagreb

Projekt:

Schüttgut Terminal
„Hafen Ploce“

Verfahren:

Schottersäulen

Datum:

November 2012./
Juni 2013.



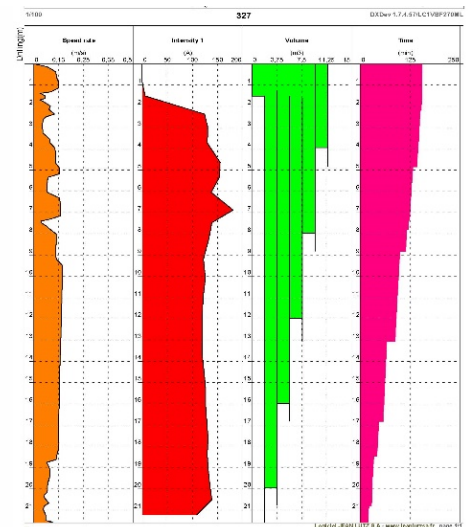
Gerät in Einsatz



Detail der Ausführung einer Schottersäule



Bedienungspult mit Zentraleinheit



Ausdruck Arbeitsparameter

Zusammenfassung

Im Hafen Ploce wird ein neuer Schüttgut Terminal gebaut. Auf Grund schlechter Baugrundverhältnisse wurde Entschlossen eine Bodenverbesserung durchzuführen. Die Schottersäulen wurden mit dem System „Bottom feed“ mit Durchmesser 80 cm und Einzellängen 22,5 m hergestellt. Die Gesamtmassen waren 33.810 Laufmeter.

Die Rüttelstopfverdichtung ist grundsätzlich für alle Bodenarten anwendbar, wird aber vorzugsweise bei feinkörnigen und bindigen Bodenarten verwendet. Die Durchführung läuft folgendermaßen ab: Beim Eindringen des Rüttlers in den Boden entsteht ein Hohlraum mit einem größeren Durchmesser als der Rüttler. In diesen Hohlraum wird während des Ziehens des Rüttlers kontinuierlich (Schleusenrüttler) oder etappenweise grobkörniges Material (z. B. Schotter) eingefüllt und verdichtet. Es entstehen separate Schottersäulen (stone columns), die von dem weniger verdichteten bindigen Erdreich umgeben werden.

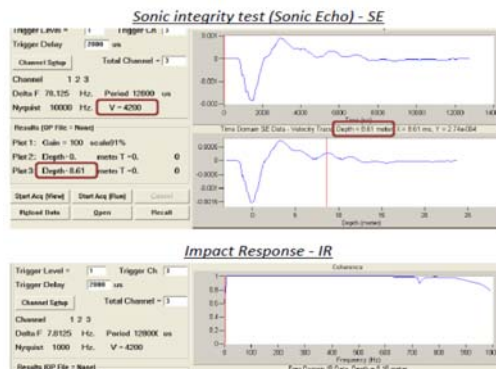
Während der Herstellung erfolgt die Kontrolle der Herstellparameter am Monitor des Gerätefahrers. Zusätzlich erfolgt eine elektronische Datenerfassung zur Protokollierung der relevanten Produktionsdaten: die Herstellzeit, die erreichte Versenktiefe, die jeweilige Schrittlänge, die Energieaufnahme und andere Werte.



Bohrarbeiten



Bewehrungskörbe der Pfähle



Resultate Integritätsprüfungen

Zusammenfassung

Die Gründung der Widerlager zur Brücke Knoten Andeli, Adria Autabahn, Teilstrecke: Matulji - Ucka erfolgte mit Großbohrpfählen. Insgesamt wurden 6 Bohrpfähle mit Durchmesser 80 cm und Gesamtlänge 40,05 lfm hergestellt.

Im Rahmen der baubegleitenden Qualitätskontrolle wurden folgende Versuche und Prüfungen ausgeführt:

- Einachsiale Druckfestigkeit der Prüfkörper und
- Pfahlintegritätsprüfung aller hergestellten Pfähle.

Die Pfahlintegritätsprüfung (engl. PIT Pile Integrity Test) ist ein Pfahl-Testverfahren, bei dem mit Hilfe der Schallwellengeschwindigkeit die Laufzeit von Pfahlkopf bis Pfahlfuß gemessen wird.

Der Pfahlprüfer schlägt mit einem Hammer auf den zuvor vorbereiteten Bohrpfahlkopf und löst einen Schallimpuls aus. Die Schallwelle breitet sich über die Bohrpfahllänge aus und wird am Fußpunkt reflektiert. Ein Messfühler misst die Impulse am Pfahlkopf und leitet die Signale an einen Rechner weiter. Folglich ermittelt sich aus dieser Messung die Pfahllänge.

Bei einem entsprechend „gestörten“ Pfahl mit Einschnürungen wird der Schallwellenimpuls früher reflektiert. Der aufgezeichnete Schallwellenverlauf kann nun vom Bohrpfahlprüfer interpretiert werden.

Bevor der Pfahl getestet wird, muss der Beton vollständig abgebunden haben. Es werden mindestens die ersten 10 cm des Pfahlkopfes abgestemmt, um eine homogene Betonqualität sicherzustellen

Auftraggeber:

Viadukt d.d., Zagreb

Projekt:

Adria Autobahn, Strecke:
Matulji – Ucka, Knoten
Andeli

Verfahren:

Bohrpfähle

Datum:

Mai/juni 2012.

Pula, 2012. Kanalisation Riva und Flacius Straße

Auftraggeber:

Viadukt d.d., Zagreb

Projekt:

Kanalisation Riva und
Flacius Straße

Verfahren:

Jet Grouting
SOB Pfähle

Datum:

März/Juli 2012



Ausbau Kanalisation in Pula



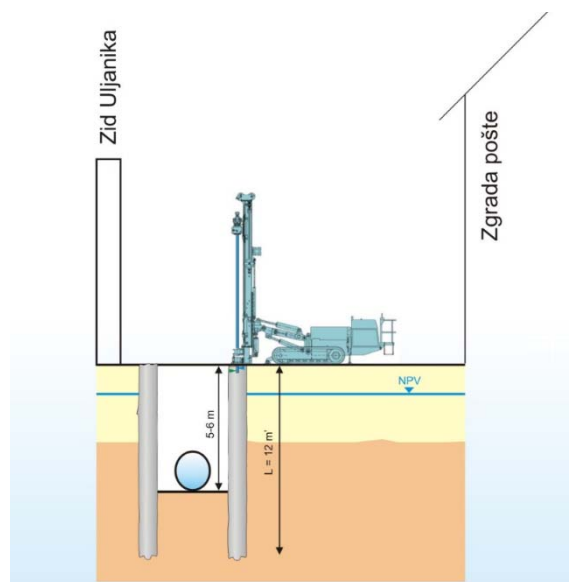
Flacius Straße

Bei einer öffentlichen internationalen Ausschreibung im Jahr 2012, wurde GK Grupa als Hauptunternehmer für die geotechnischen Arbeiten am Projekt Kanalisation Riva und Flacius Straße in Pula ausgewählt.

Der Baugrund ist hauptsächlich heterogen und besteht aus Anschüttung und aus Seesedimenten im Anschluss. Die Baugrubensicherung wurde mit einer Dichtwand aus miteinander überschneidenden Jet Grouting Säulen durchgeführt, welche außer einer statischen Funktion gleichzeitig auch eine dichtende Funktion darstellte.

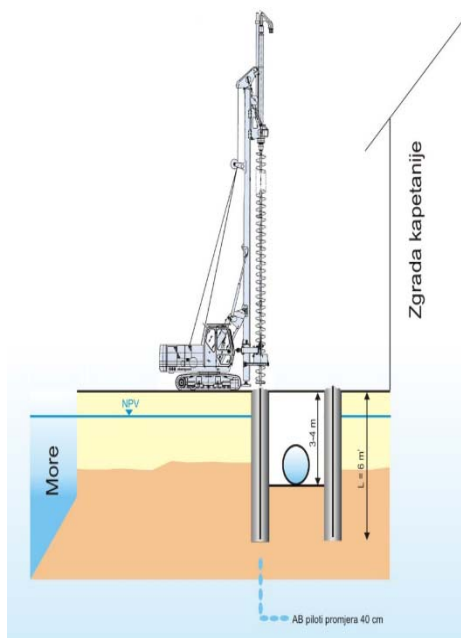


Ausführung Jet Grouting



Jet Grouting Säulen waren im Durchmesser 80 cm, insgesamt 934 Stück und Einzellänge 12 m. Die Jet Grouting Wand war zusätzlich mit Stahlprofilen verstärkt um die Biegemomente zu übernehmen. Die Stahlträger und Jet Grouting Säulen waren mit einem Kopfbalken verbunden und mit Stahlträgern ausgesteift.

← Skizze Säulenherstellung



- ← Skizze SOB Pfähle
- ← Riva
Baugrubensicherung

Die Baugrubensicherung des Bereiches Riva wurde mit einer überschnittenen SOB Bohrfahlwand hergestellt.



- ← Ausführung SOB
Pfähle
- ← Bewehrung
Stahlträger

Die Planung sah ca. 1440 Stück Schneckenortbetonpfähle (SOB) Durchmesser 400 mm und Einzellänge von 6 m als Baugrubenverbau vor.

Das SOB-Verfahren gewährleistet lärm- und erschütterungsarmes Arbeiten. Die hohen Bohrleistungen ermöglichen kurze Ausführungszeiten und hohe Wirtschaftlichkeit. Der SOB-Pfahl ist ein Bohrpfahl, bei dem die Stützung der Bohrlochwandung durch das sich auf der Endlosschnecke befindliche Bohrgut gewährleistet wird. Nach dem Abteufen der Bohrschnecke auf Endtiefe wird der Beton durch das Schneckenrohr mittels Betonpumpe bei gleichzeitigem Ziehen der Schnecke eingepresst. Abschließend wird gegebenenfalls die Bewehrung in den Frischbeton mittels Rüttler eingebracht.

Trotz der schwierigen geologischen Bedingungen und der beengten Platzverhältnisse konnten die Spezialtiefbauarbeiten innerhalb der Ausführungsfrist zur vollsten Zufriedenheit der Bauherrschaft abgewickelt werden.

Auftraggeber:

SWIETELSKY d.o.o.,
10000 Zagreb

Projekt:

Brücke Bosut

Verfahren:

Vertikaldrains

Datum:

August 2011.



Ausführung Vertikaldrains



Feld ausgeführter Vertikaldrains



Beengte Platzverhältnisse

Zusammenfassung

Um den Bau der Brücke Bosut zu ermöglichen musste eine Teilstrecke der Hauptstraße D46 verlegt werden. Nach Durchführung aller erforderlichen Bodenuntersuchungen wurde entschlossen eine Beschleunigung der Baugrundkonsolidierung im Bereich des Dammes zum Brückenwiderlager durchzuführen. Das Ziel einer Beschleunigung der Konsolidierung ist es den Übergang von einem verformungsarmen tiefgegründeten Widerlager auf den dahinterliegenden, flach ge Gründeten Damm gebrauchstauglich zu erstellen.

Die zur Beschleunigung der Konsolidation eingebrachten Vertikaldräns bestehen aus Kunststoff Dränbändern, die in den Boden eingestanz werden.

Die Vorbereitung besteht aus der Entfernung des Humus oder der weichen Oberschicht, sowie Verlegung einer Kiessschicht als Arbeitsplanum, die das Fahren und die Arbeit der Geräte ermöglicht.

Im Bereich Dammschüttung zum Brückenwiderlager U2 wurden 281 Streifendrains mit Einzellängen 25,4 m, und im Bereich zum Brückenwiderlager U1 82 Streifendrains hergestellt. Die Ausführung war erschwert wegen beengten Platzverhältnissen. Zu voller Zufriedenheit des Auftraggebers sind die Arbeiten dennoch Termingerecht ausgeführt worden.

Bozjakovina, 2011.

Kläranlage Bozjakovina



Ausführung Großbohrpfähle



Verlegung Bewehrungsnetz und Geotextil



Ausführung Vertikaldrains

Zusammenfassung

Für den Bau der Kläranlage in der Nähe von Bozjakovina war es notwendig geotechnische Verfahren für eine Baugrubensicherung und für die Gründung der Anschüttung und der Objekte anzuwenden.

Der Baugrund besteht aus hoch plastischen Ton, weicher und steifer Konsistenz. Um die Setzungen der Anschüttung und Klärbecken zu beschleunigen kamen Vertikaldrains im Raster 2 x 2 m und Länge 10 m zum Einsatz. Der Boden im Bereich des Verwaltungsgebäudes wurde mit Rüttelstopfverdichtung verbessert.

Für die Pumpstation, die in einer größeren Tiefe gegründet wird war eine Baugrubensicherung notwendig. Zum Einsatz kam eine aufgelöste Bohrpfahlwand, Durchmesser der Pfähle 40 cm, bewehrt mit Stahlträgern und mit Achsabstand 70 und 90 cm. Die Ansichtsfläche der Baugrube wurde mit Bewehrungsnetz und mit Geotextil verkleidet.

Auftraggeber:

Hidrocommerce d.o.o.,
Donji Stupnik

Projekt:

Kläranlage Bozjakovina

Verfahren:

Großbohrpfähle
Schottersäulen
Vertikaldrains

Datum:

August 2011.

Zagreb, Jakusevac, 2011. Brücke „Sava Jakusevac“

Auftraggeber:

Hidroelektra
Niskogradnja d.d. Zagreb

Projekt:

Rekonstruierung der
Fundamente Stütze S6
Brücke „Sava
Jakusevac“

Verfahren:

Jet Grouting duplex

Datum:

Januar/März 2011



Fundamentverstärkung Brückenpfeiler mit Jet Grouting

Zusammenfassung

Im März 2009, als ein Güterzug die Sava Jakusevac Brücke in Zagreb überquerte, wäre fast eine Katastrophe eingetreten. Einer der mittleren Pfeiler setzte und neigte sich und die globale Stabilität der Brücke kam in Gefahr. Der Zug wurde noch rechtzeitig aufgehalten, womit ein größeres Unglück vermieden werden konnte.



Grundbruch unter Brückenpfeiler



Transport des Bohrgeräts zum Pfeiler

Die Brücke wurde für den Verkehr gesperrt und ein umfangreiches Sanierungs-Projekt wurde gestartet. Die Sanierung umfasste eine temporäre Verfestigung des Pfeilers mit Stahlseilen, Umschließung des Fundaments mit Spundwänden, Unterwasserbetonierung und Verfestigung des Baugrunds mit Jet Grouting.

Die Anlage für die Jet Grouting Arbeiten war am Ufer aufgebaut und die Bohrgeräte für das Vorbohren und die Bodenvermörtelung neben dem Pfeiler innerhalb der Umschließung mit den Spundwänden.



← *Jet Grouting bei engen Platzverhältnissen*

Die Arbeiten im Flussbett, vor allem die die sich auf die Fundamentsanierung mit Jet Grouting beziehen, war es nicht möglich während hohem Wasserstand auszuführen, weshalb der Ausführungstermin wegen Auftreten von 100 Jährigem Wasserstand verlängert wurde.



← *Jet Grouting Probekörper*

*Erreichte Durchmesser
150, 180 und 220 cm*

Insgesamt wurden 450 Jet Grouting Säulen mit einem mittleren Durchmesser von 80 cm hergestellt, mit Gesamtlänge in etwa 3.000 lfm. Damit guter Kontakt zwischen dem Jet Grouting Körper und der bewehrten Fundamentplatte erreicht wird, wurde in die frischen Jet Grouting Säulen ein Bewehrungsstab mit einem Durchmesser von 25 mm eingedrückt.

Die Sanierung wurde erfolgreich ausgeführt und nachdem die Brücke für fast zwei Jahre gesperrt war, konnte sie endlich Mitte Dezember 2011. für den Verkehr wieder in Betrieb gesetzt werden.

Letztendlich haben statische und dynamische Prüfungen die erfolgreiche Sanierung bestätigt.



← *Maximale Probelastung der mittleren Spannweite*

Varazdin, 2011. Öffentliche Tiefgarage Kapuzinerplatz

Auftraggeber:

Zagorje Tehnobeton
d.o.o. Varazdin

Projekt:

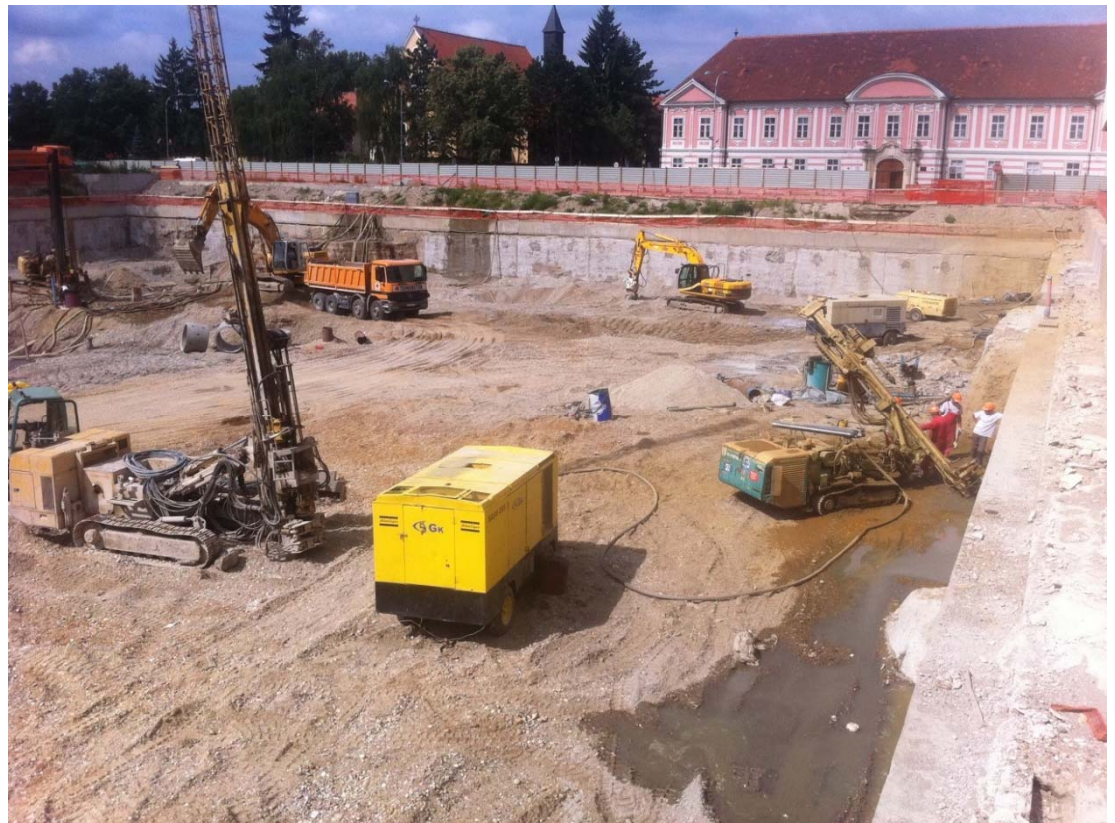
Öffentliche Tiefgarage
Kapuzinerplatz, Varazdin

Verfahren:

Schlitzwand
Lietzenanker
JetGrouting
Wasserhaltung

Datum:

Januar/Juli 2011



Blick in die Baugrube

Zusammenfassung

Auf dem Gelände des Kapuzinerplatzes in Varazdin wurde eine öffentliche Tiefgarage mit zwei unterirdischen Etagen gebaut. Die Aushubtiefe war etwa 7,5 m, und das Grundwasser in einer Tiefe von 3,5 m von der Oberfläche. Die Baugrube ist im Grundriss 79,3 x 81,1 m.

Um den Aushub und den Bau der Tiefgarage zu ermöglichen war vorher die Ausführung einer Baugrubensicherung erforderlich.

Der Verbau verhindert den Einsturz des Erdreichs, eindringendes Wasser oder Erosion und schützt so Arbeitsraum, Geräte und Menschen vor Gefahren und Beeinträchtigungen. Als Baugrubenverbau kam eine rückverankerte Schlitzwand zum Einsatz. Die Schlitzwand war 60 cm breit, 14,3 m tief und umschloßte den ganzen Umfang des Aushubs.



Aushub Schlitzwand



Ankerbohrung



Prüfung Ankertraglast



← *Bewehrungseinbau
Schlitzwand*

Um die Bauausführung im trockenen zu ermöglichen sah das erste Konzept vor eine Dichtsohle mit Jet Grouting herzustellen.

Nachdem zusätzliche Bodenuntersuchungen ausgeführt wurden kam es zur Änderung der Planung. Es wurde entschieden dass die Dichtsohle nicht unbedingt notwendig ist, sondern dass das Grundwasser mit einer Wasserhaltung beherrscht werden kann.



← *Grundwasserspiegel
abgesenkt auf
Aushubhöhe*

Um während und auch nach Beendigung der Aushubarbeiten die Durchbiegung der Schlitzwand zu kontrollieren wurden in die Schlitzwand Inklinometerrohre eingebaut. Inklinometermessungen gehören zu den Standardmeßverfahren in der Geotechnik. Ein mobiles Inklinometer misst abschnittsweise die Neigung, wodurch ein Neigungsprofil erstellt wird. Werden Inklinometermessungen in gewissen zeitlichen Abständen wiederholt und mitvorherigen Messungen verglichen, können Neigungsänderungen festgestellt werden

Eventuelle Verformungen an Nachbargebäuden wurden ebenfalls die ganze Zeit beobachtet. Auf die Fassade wurden geodätische Messpunkte und Neigungswinkelmesser installiert und regelmäßig kontrolliert.

Während der gesamten Bauzeit sind keine nennenswerten Deformationen aufgetreten.

Rijeka, 2011. Einkaufszentrum West

Auftraggeber:

Osijek Koteks d.o.o.
Osijek

Projekt:

Einkaufszentrum West
ZTC Rijeka

Verfahren:

Großbohrpfähle 60 cm
Großbohrpfähle 120 cm
Verpressanker
Spritzbeton
Jet Grouting

Datum:

Januar/November 2011



Stützwand Hauptstraße in Rijeka

Zusammenfassung

Im westlichen Teil von Rijeka, im Stadtviertel Krnjevo, wird ein neues Einkaufszentrum, ZTC Rijeka gebaut.

Der Baugrubenaushub wurde mit zwei verschiedenen Systemen gesichert. Der obere Bereich wird mit einer Bohrpfahlwand gestützt. Die Pfähle sind in zwei Reihen angelegt, mittlere Tiefe 8 m, Durchmesser 600 mm und im Achsabstand von 2 m. In den tieferen Teilen des Aushubs kamen Selbstbohranker zum Einsatz, verbunden mit einem Stahlbetonquerbalken.

Nach Herstellung des Balkens wurde die Ansichtsfläche mit Spritzbeton verkleidet und am Ende eine Balkenrostkonstruktion als Dauersicherheitsmaßnahme ausgeführt.



Pfahlbohrung mit Schutzrohren



Vorbereitung der Pfahlwand für Ankereinbau und Spritzbeton



← *Betonierung
Balkenrost*

Bohrpfahlwand verkleidet mit Spritzbeton

Die Baugrubensicherung des tieferen Aushubs, wo der Felsen war, wurde mit Selbstbohrankern und Spritzbeton ermöglicht. Die Übertragung der Ankerkräfte auf eine breitere Fläche wurde mit einer bewehrten Betonrostkonstruktion erreicht, ebenso wie bei der Bohrpfahlwand.

Der Aushub verlief in Abschnitten, maximale Höhe in Längsrichtung von 3 m und nur mit Einsatz von Maschinen, ohne den Gebrauch von Explosiv.

Um die Dränierung des Grundwassers und die Eliminierung des hydrostatischen Drucks hinter der Wand zu ermöglichen, wurden in regelmäßigen Abständen von 2 m lange perforierte Rohre eingebaut.

Da sich in einem Teilbereich hinter der Stützwand locker gelagerter Boden befand, weshalb erhöhte Kräfte auf die Wand wirkten, wurde beschlossen diesen Bereich zusätzlich mit Jet Grouting zu verfestigen und somit die Belastung auf die Wand zu verringern.



← *Bodenverfestigung
mit Jet Grouting
hinter der Stützwand*

Durch die Anwendung von Jet Grouting hinter der Stützwand wurde der locker gelagerte Boden stabilisiert und es traten keine weiteren Verformungen auf.

Kneginec, 2011. Entwässerungsanlage Kneginec

Auftraggeber:

Hidroing d.o.o.,
Varazdin

Projekt:

Entwässerungsanlage
Kneginec und Crnec
Biskupecki – Anschluss
an das Kanalsystem
Varazdin

Verfahren:

Jet Grouting
Duplex

Datum:

September/
Oktober 2011.



Jet Grouting - Beginn der Arbeiten



*Hochdruckpumpe, Mischer und
Zementsilo*



Probesäule

Zusammenfassung

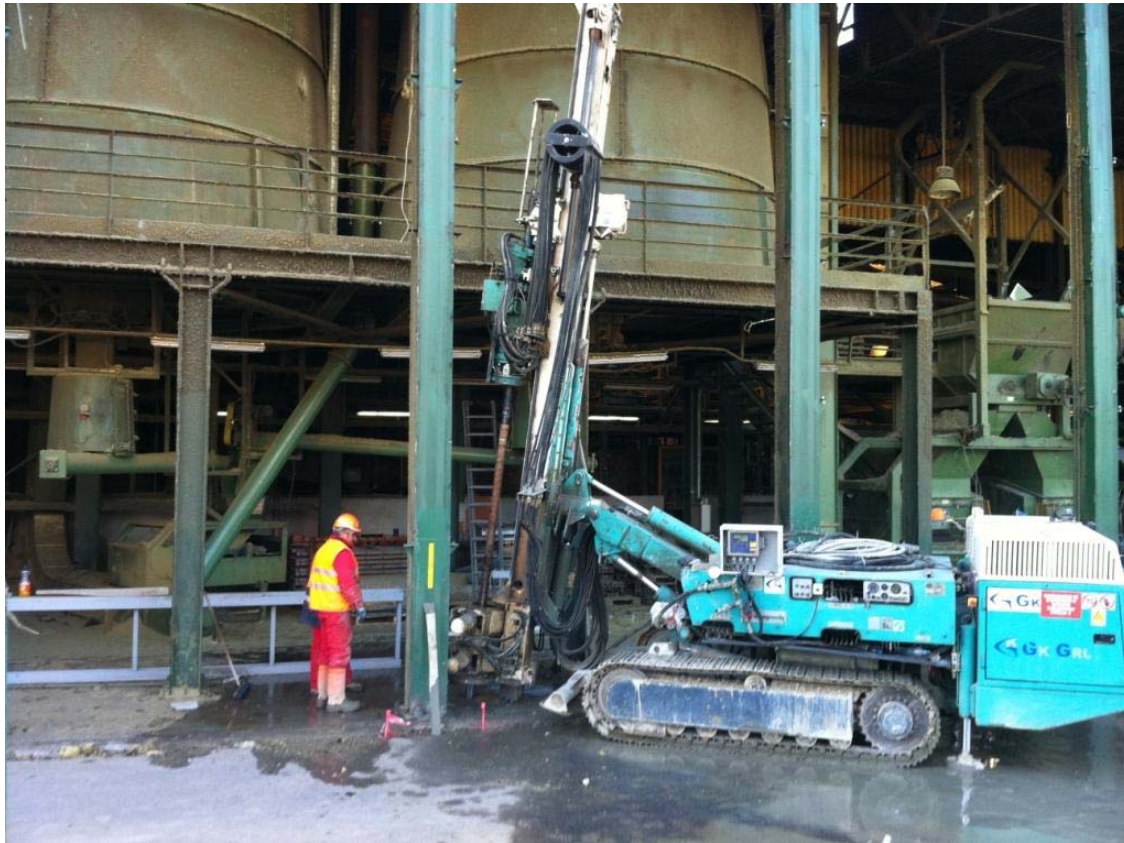
Für den Bau der Entwässerungsanlage in Kneginec bei Varazdin musste eine Baugrubensicherung durchgeführt werden.

Der Becken ist im Grundriss 31 x 14 m und die Aushubtiefe von der Geländeoberkante ist 3,4 m.

Das Grundwasser in dieser Gegend ist relativ hoch, nur 1,3 m von der Erdoberfläche. Um die Arbeiten im trockenen zu ermöglichen wurden der Baugrubenverbau und eine Dichtsohle mit dem Jet Grouting Verfahren hergestellt.

Wägen kurzer Termine verlief die Ausführung in Tag/Nacht Schichten. Die Arbeiten endeten rechtzeitig und erfolgreich. Der Wasserzutritt in die Baugrube war minimal und konnte problemlos mit einer kleineren Sumpfpumpe bewältigt werden.

Novi Marof, 2011. Recycling Halle



Baugrundverstärkung Stützenfundament



Ausgesteckte Bohrpunkte



Jet Grouting Anlage

Auftraggeber

Knauf Insulation d.o.o.
Novi Marof

Projekt:

Recycling Halle

Verfahren:

Jet Grouting

Datum:

Oktober 2011.

Zusammenfassung

In Novi Marof, in der Fabrik für die Produktion von Isolationsmaterialien Knauf Insulation, wurde zum Zwecke der Gründung eines schweren Silos in der Recycling Halle, eine Bodenverstärkung mit Jet Grouting durchgeführt.

An fünf Stützenfundamenten wurden jeweils vier Jet Grouting Säulen mit Durchmesser 60 cm und Einzellänge 9,0 m hergestellt.

Beim Jet Grouting Verfahren wird das Bodengefüge durch einen hochenergetischen Flüssigkeits-/Suspensionsstrahl aufgelöst, mit Zement vermischt und somit verfestigt.

Anwendungen findet das hier eingesetzte Verfahren oft bei Gebäudeunterfangungen und Gründungssanierungen, Tiefgründungen und Fundamentverstärkungen, sowie als Abdichtungselemente gegen Grundwasser.

Varaždin

GK GRUPA d.o.o.

Miroslava Krleža 1/1
HR - 42 000 Varaždin
Tel.: +385 42 208 428
Fax: +385 42 208 429

Hallerova aleja 1
HR - 42 000 Varaždin
Tel.: +385 42 312 948
Fax: +385 42 312 949

info@gkgrupa.hr

www.gkgrupa.hr

Zagreb

GK GEO d.o.o.

Kamenarka 28 J
HR - 10 000 Zagreb
Tel.: + 385 42 312 948
Fax: + 385 42 312 949

info@gkgrupa.hr

www.gkgrupa.hr

Ljubljana

GK SKUPINA d.o.o.

Dimičeva ulica 16
SI - 1 000 Ljubljana
Tel.: + 385 42 208 428
Fax: + 385 42 208 429

info@gkgrupa.hr

www.gkgrupa.hr

Wien

GK GEOTECHNIK GmbH

Arsenal Objekt 8c
A – 1030 Wien
Tel.: + 43 699 1954 4280
Tel.: + 385 42 312 948
Fax: + 385 42 312 949

info@gkgrupa.hr

www.gkgrupa.hr



GK GEOTECHNIK

