



## PROJEKT NOVA LUKA ZADAR – LUKA GAŽENICA

**Mladen Šparavec**, ing. građ.  
STRABAG d.o.o., P.Hektorovića 2 10 000 Zagreb

**Sažetak:** Sudionici u izgradnji nove luke Zadar – Luke Gaženica su:  
Naručitelj: Lučka Uprava Zadar; Investicijske banke: EIB, Njemačka razvojna banka KfW;  
Nadzor: INSTITUT IGH d.d.; Izvođač: STRABAG AG, Koln; Projektanti: INSTITUT IGH d.d.  
– PC RIJEKA, RIJEKAPROJEKT d.o.o., MARINA PROJEKT d.o.o., OPUSGEO d.o.o.;  
Faze izgradnje su:  
I FAZA – zemljani radovi; II FAZA - izgradnja obalnih konstrukcija, infrastrukture terminalskih površina i prilaznih cesta sa pripadajućom infrastrukturom; IIIa FAZA - ozelenjivanje i hortikulturno uređenje i IIIb FAZA - izgradnja zgrade terminala i pratećih sadržaja.  
Tehnologija rada: Predmetne radove karakterizira masivnost zahvata i linijska proizvodnja.

**Ključne riječi:** sudionici u izgradnji, faze izgradnje, tehnologija rada, luka Gaženica

## THE PROJECT OF NEW PORT ZADAR - THE GAŽENICA PORT

**Abstract:** Participants in construction of the new port in Zadar, the Gazenica Port, are:  
Client: Zadar Port Authority; Investment banks: EIB, German development bank KfW;  
Supervision: INSTITUT IGH d.d.; Contractor: STRABAG AG, Koln; Designers: INSTITUT IGH d.d. – PC RIJEKA, RIJEKAPROJEKT d.o.o., MARINA PROJEKT d.o.o., OPUSGEO d.o.o.; Construction phases are:  
PHASE I – earthworks; PHASE II - construction of waterfront structures, infrastructure of terminal areas and access roads with related infrastructure; PHASE IIIa - planting and landscaping, and PHASE IIIb - construction of the terminal building and ancillary facilities.  
Technology of work: The subject works are characterized by massiveness of operations and line production.

**Key words:** participants in construction, construction phases, technology of work, Gazenica Port



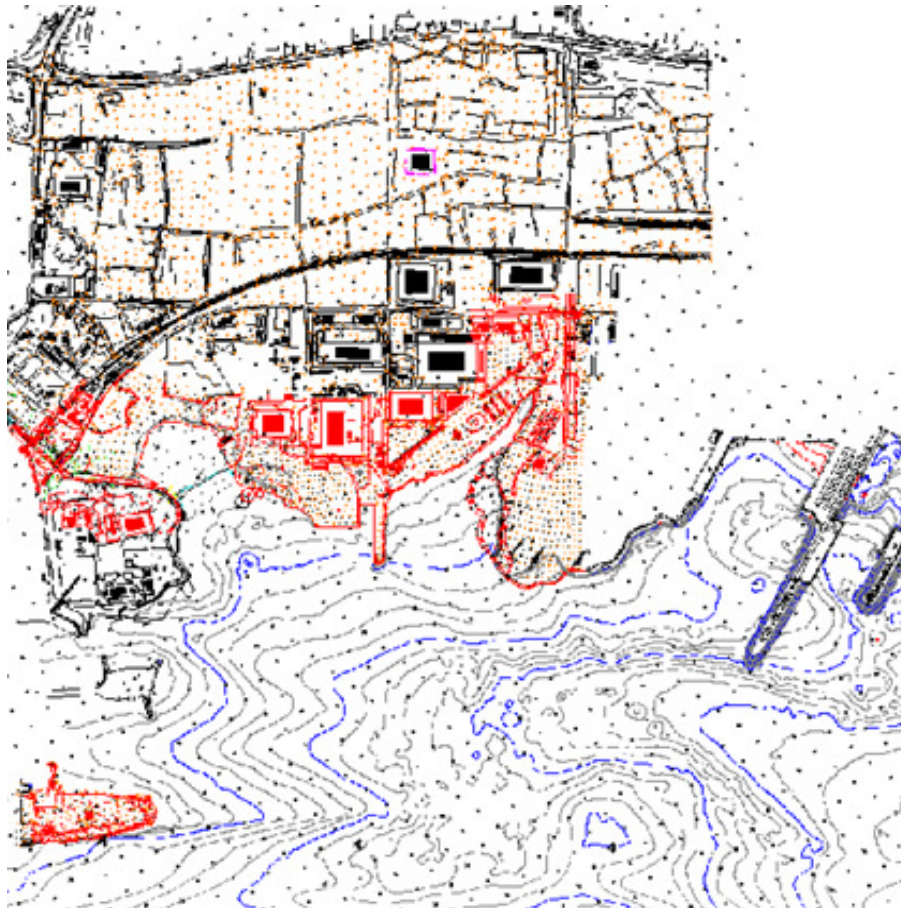
## 1. I FAZA; ZEMLJANI RADOVI

Izvođač: Poslovna udruga STRABAG AG, Köln & JOSEF MÖBIUS BaU AG, Hamburg

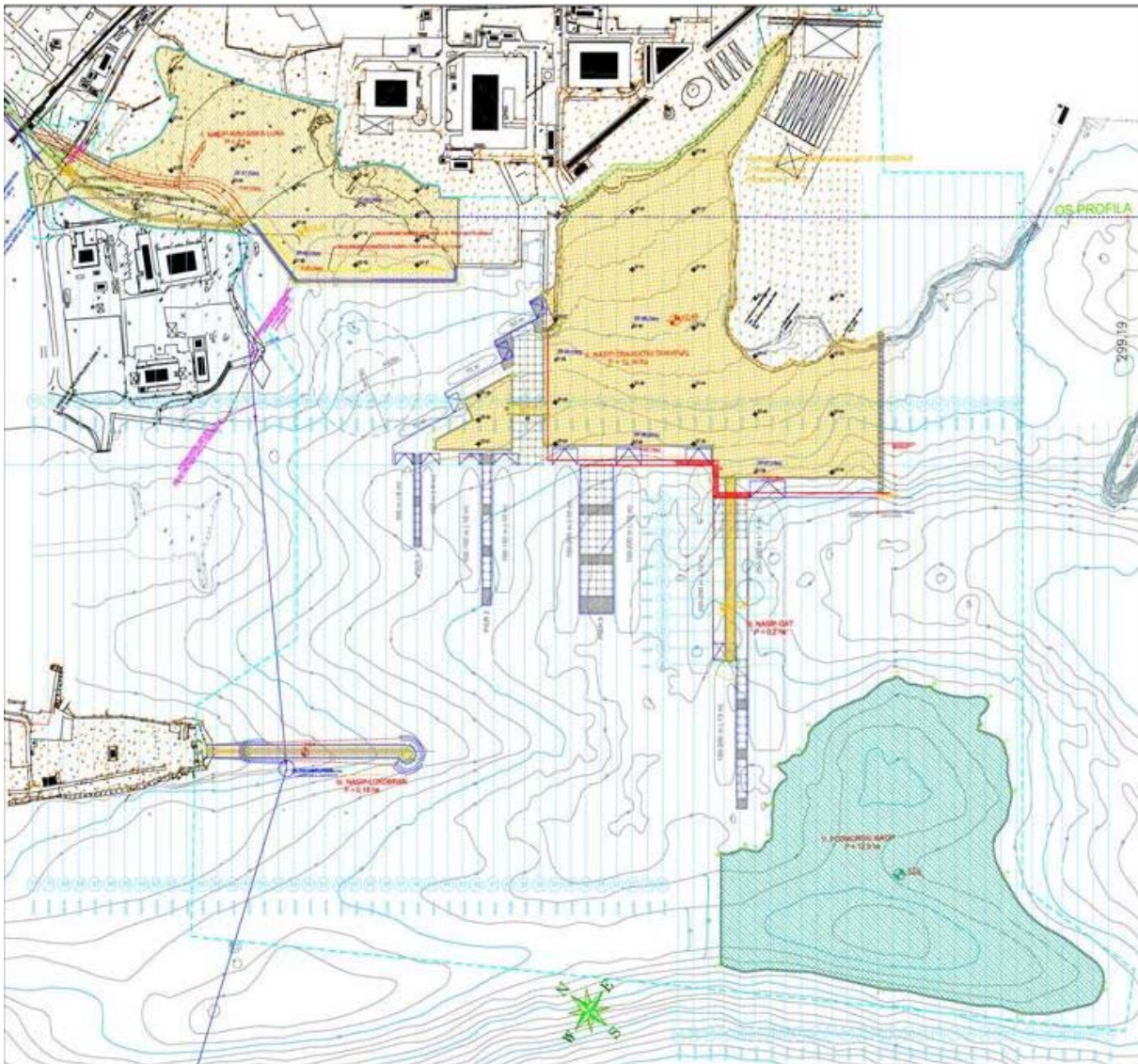
Ugovorena vrijednost: 43,41 mil Eur

Vrijeme izgradnje: 24 mjeseca (svibanj, 2009 – svibanj, 2011)

- Radovi I Faze obuhvaćaju zemljane radove:
  - Nasipanje 1.200.000 m<sup>3</sup> kamenog materijala
  - Izgradnja sekundarnog lukobrana
  - Produbljenje gaza do -13 m kako bi se omogućio prihvat najvećih brodova



Početno stanje terena buduće luke Gaženica



Situacija zahvata LOT I

### 1.1. Sekundarni lukobran

Sekundarni lukobran sastoji se od:

1. Jezgre – kameni nasip granulacije 0-500 kg
2. Filtarskog sloja – sloj kamena debljine 0.7 m u granulaciji 100-200 kg
3. Školjere – zaštitni sloj krupnog kamena debljine 1.70 m u granulaciji 1000-1500 kg
4. Nožica u granulaciji 500-750 kg

Izrada sekundarnog lukobrana organizirana je plovnom opremom:

1. Klapete zapremnine do 200 m<sup>3</sup>
2. Plovni bageri – grajfer i polip

Po izradi dijelova (slojeva) lukobrana vršena je geodetska kontrola geometrije (količina) i nadzorni ronilački pregled.

Po završetku nasipa lukobrana postavljena je i svjetlosna signalizacija te su geodetski podaci prosljeđeni u HHI radi unosa u pomorske karte.



Slika 1. Slaganje obloge sekundarnog lukobrana



Slika.2 Sekundarni lukobran sa pomorskom signalizacijom



## 1.2. Podmorski iskop



Slika.3. Podmorski iskop



Slika.4. Bager Liebherr LH995;1600 kW; 370 T



Slika.5. Podmorsko bušenje u rasteru 2,5 x 2,5 m

Podmorski iskop Lučkog akvatorija u površini od 12.5 ha (250.000m<sup>3</sup>) predstavljao je najveći tehnološki zahvat u 1. fazi gradnje luke. Područje podmorskog iskopa je u pripremljivoj fazi dodatno geotehnički ispitano. Ispitivanja su obuhvatila bušenja neporemećenih uzoraka i izradu geofizičkih profila na mjestima bušotina. Dobiveni rezultati ukazivali su da područja podmorskog iskopa karakteriziraju dvije kategorije tla. Fliš prekriven sa slojem morskog sedimenta i vapnenačke stijene vrlo raspucane strukture do slabo raspucane strukture. Tehnološki je upravo vapnenačka stijena predstavljala najveću nepoznanicu te je stoga i odlučeno da se iskop započne u tom dijelu.

Bagerom Liebherr LH 995 započeo je iskop vapnenačke stijene u njenim gornjim slojevima (vrlo raspucane strukture) te su probni iskopi davali vrlo dobre rezultate. Međutim, zadiranjem dublje u vapnenačku strukturu iskop je postajao sve teži te niti prethodno rpanje više nije davalo zadovoljavajuće rezultate (količine iskopa pale na ispod 400 m<sup>3</sup> / dan). Na osnovi tih pokazatelja odlučeno je da se jezgra vapnenačke stijene minira kako bi se iskop mogao izvoditi većim intenzitetom.

### 1.3. Trajektni terminal – opći kameni nasip



Slika.6 Izrada općeg kamenog nasipa (0 – 500 kg) u moru



Slika 7. Opći kameni nasipa - trajektni terminal

Nasip trajektnog terminala projektiran je u dva osnovna dijela:

1. podmorski nasip, granulacije 0-500 kg
2. nadmorski nasip, granulacije 0-100 kg

Tehnologija - izrada nasipa organizirana je kamionima i građevinskim strojevima po principu 'čeonog' nasipavanja kamena u more.

Obzirom na velike količine nasipa angažirano je do 130 kamiona uz adekvatnu gradilišnu logistiku (buldožeri, bageri, vibro valjci, gradilišna odvaga, taložnica i separatori za čišćenje kamiona prije izlaska sa gradilišta na javne prometnice).

## **2. II / IIIA FAZA; IZGRADNJA OBALNIH KONSTRUKCIJA; INFRASTRUKTURE TERMINALSKIH POVRŠINA I PRILAZNIH CESTA SA PRIPADAJUĆOM INFRASTRUKTUROM**

Izvođač: STRABAG AG, Koln

Ugovorena vrijednost: 92,72 mil Eur

Vrijeme izgradnje: 30 mjeseca

Početak radova: listopad, 2010

Radovi II faze obuhvaćaju:

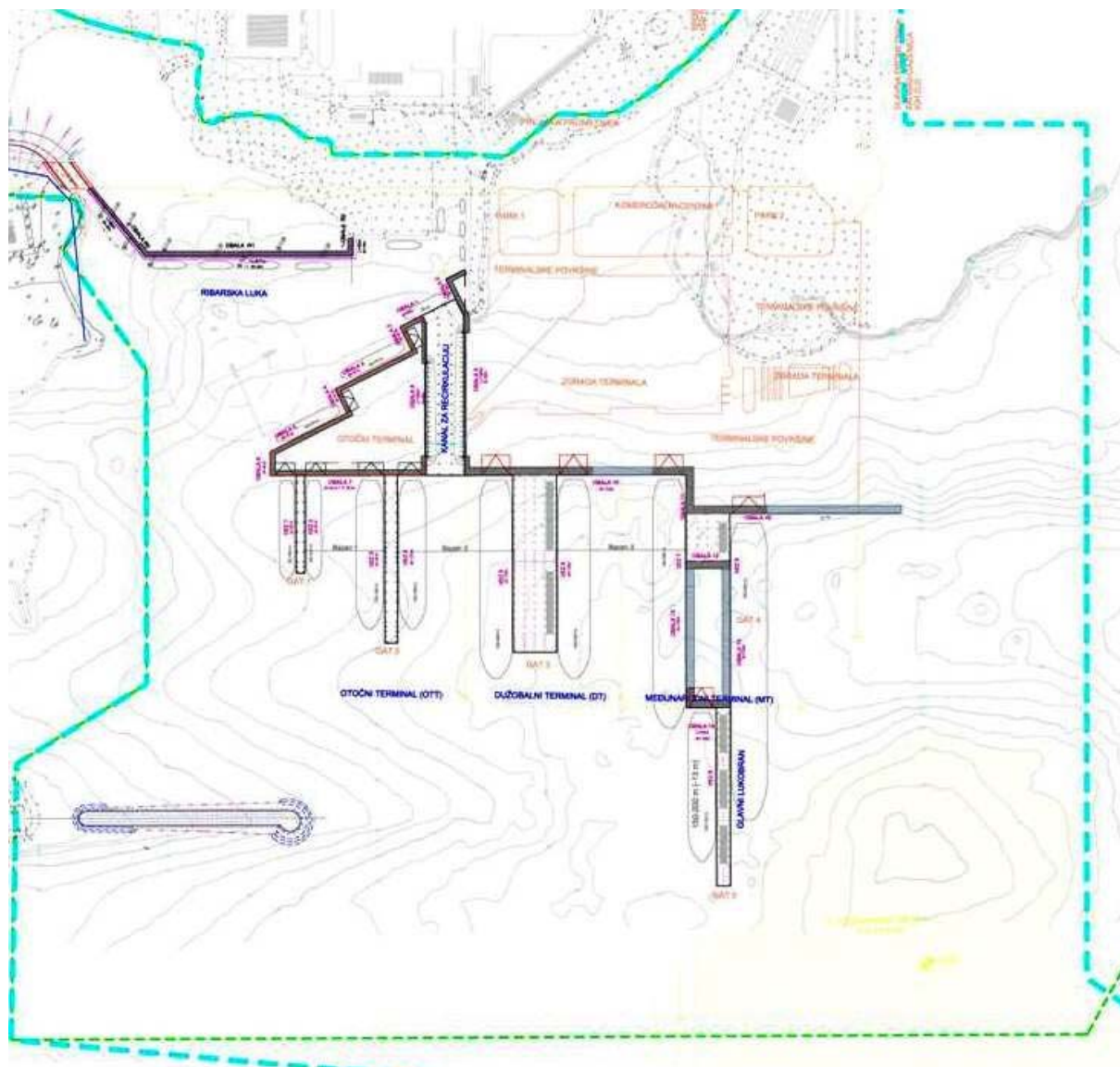
- Trajektna pristaništa; 1.900 m
  - Za brodove od 50-150 m, od 150-200 m i od 200-300 m
- Ribarska luka: 300 m
- Gatovi: 600 m / 4 gatova
- Primarni lukobran: 250m



- Prilazne ceste: 2.500 m
- Trajektni terminal: 80.000 m<sup>2</sup>

Radovi IIIa faze obuhvaćaju:

- ozelenjavanje i hortikulturno uređenje



Situacija zahvata LOT II / IIIa  
Obalne konstrukcije





## 2.1. Gradilište - projekt Gaženica



Slika.8 Organizacija gradilišta



Slika 9. Uređenje pogona za proizvodnju predgotovljenih elemenata



Za potrebe izgradnje obalnih konstrukcija na gradilišnom platou postavljen je Pogon za proizvodnju predgotovljenih konstruktivnih elemenata. Predgotovljeni elementi obuhvaćaju:

1. nearmirane masivne elemente; 11 tipova, ukupno 1784 komada
2. armirane + prednapete (adhezijski) elemente; 21 tip, 3713 komada

Obzirom na raznovrsnost i brojnost elemenata odlučeno je da je tehnološki opravdano organizirati proizvodnju svih elemenata na gradilištu, te je za tu potrebu izrađena tehnološka priprema;

1. Izrada 2 privremene trafostanice snage 1000 kVA
2. Izrada privremene vodoopskrbne mreže u duljini 2km sa nizom privremenih hidrantskim priključaka (18kom)
3. Postave gradilišnog naselja za radnike kapaciteta 100 osoba
4. Postava gradilišnih radionica za tesarske, bravarske, električarske i armiračke radove
5. Izrada 11.600,00m<sup>2</sup> AB pista za proizvodnju predgotovljenih elemenata
6. Postava gradilišne betonare kapaciteta 130 m<sup>3</sup>/h
7. Postava toranjskih kranova r=75 m, 3 komada
8. Nabava 2 mosne dizalice za prijevoz i manipulaciju gotovim elementima nosivosti do 150 T
9. Nabava mobilne beskonačne trake (telebelt) kapaciteta ugradnje svježeg betona do 80 m<sup>3</sup>/h, tip PUTZMEISTER TB 110
10. Niz alata i pribora za manipulaciju, ugradnju i transport betona i betonskih elemenata

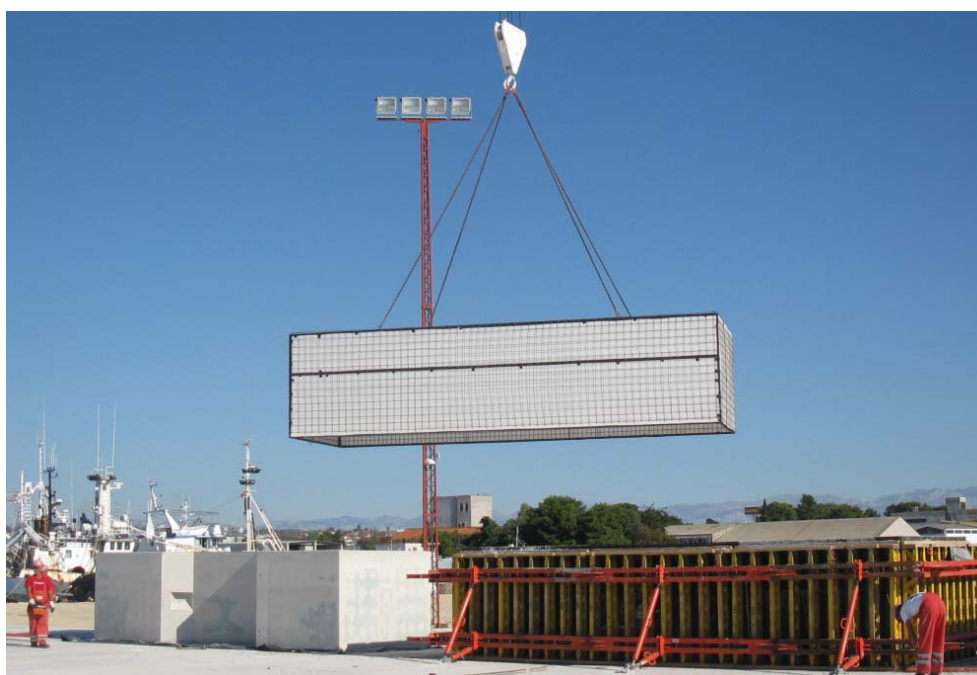


Slika 10. Manipulacija masivnim elementima



Slika 11. Postav proizvodnje masivnih betonskih blokova

## 2.2. Njega betona i praćenje temperature



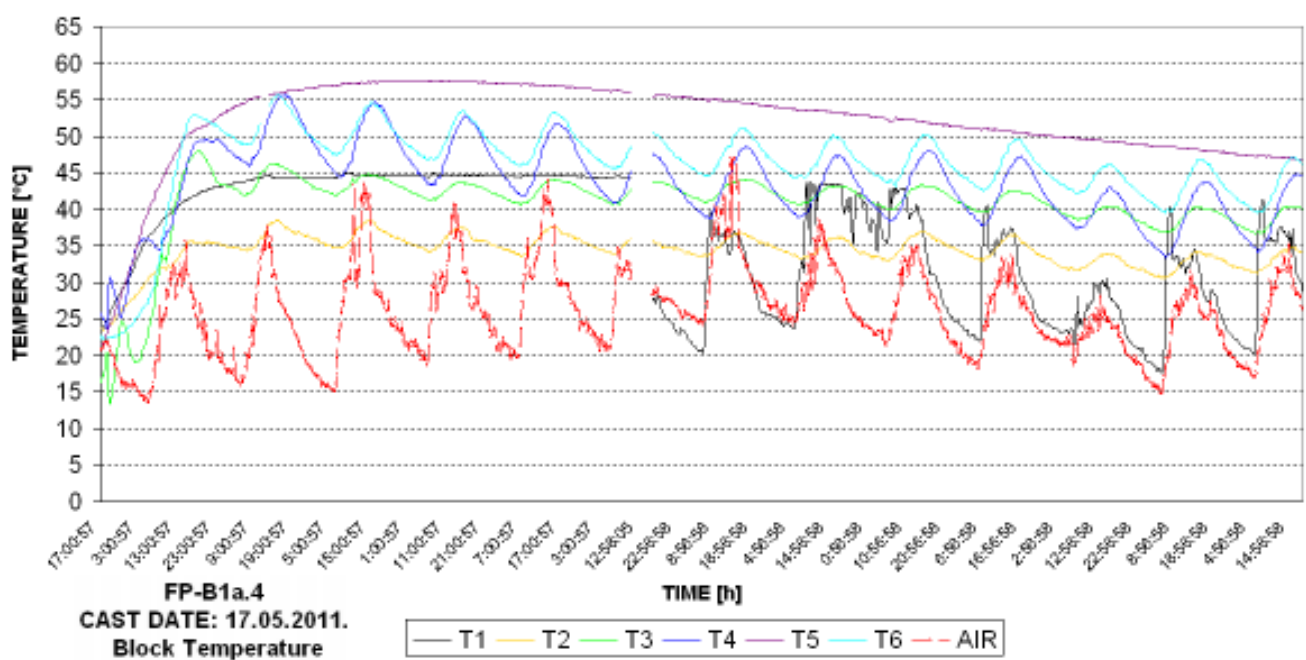
Slika 12. Njega betona ne-armiranih betonskih blokova



Slika 13. Mjerenje temperature svježeg betona

Obzirom na visoke projektantske zahtjeve zaštita i njega proizvedenih elemenata je također detaljno planirana. Za tu svrhu, a prema dosadašnjim iskustvima rada na visokim temperaturama i vjetrovitim područjima primijenjen je sustav zaštite predgotovljenih elemenata pomoću tzv. 'termičkih zvona'. Lagana čelična konstrukcija obložena toplinskim izolacijskim prekrivačima 'termosilent' pokazala se kao dobitna kombinacija. Time je spriječen brzi gubitak topline i vlage masivnih betonskih elemenata a samim time spriječena je i pojava pukotina koje u fazi manipulacije i ugradnje mogu predstavljati i veliku opasnost za radnike i opremu.

Betoni korišteni za izradu masivnih elemenata su betoni niske hidratacijske topline spremjeni kombinacijom cementa CEM I i CEM III u ukupno 3 osnovne recepture (PROLJČE-JESEN; LJETO i ZIMA) svježeg betona. Na taj način su ujedno i ostvareni projektirani uvjeti otpornosti na kloride  $2,5 - 5 \times 10^{-12}$  m<sup>2</sup>/s te maksimalna dubina prodora vode 15 mm.



Slika 14. Mjerne krivulje temperature



### 2.3. Podmorski zemljani radovi



Slika 15. Podmorski iskop morskog sedimenta do dubine -10,5 m



Slika 16. Podmorski iskop morskog sedimenta dubine preko -10,5 m



Za potrebe montaže i postavljanja izrađenih predgotovljenih elemenata predviđeno je uređenje temeljne podloge pod morem. Kao osnova za planiranje tih radova je geotehnički projekt. Podmorski zemljani radovi obuhvatili su uklanjanje morskog sedimenta u liniji obalnih konstrukcija te izradu temeljnog nasipa zamjenskim kamenim materijalom u granulaciji 0-100 kg u nižim slojevima, 1- 100 kg u gornjim slojevima te poravnavajuće slojeve za pravilno nalijeganje betonskih elemenata u granulaciji od 64-100 mm u sloju od 25-35 cm i 32-64 mm u sloju od 15-25 cm.

Za opisane radove korištena je plovna oprema (klapeta, ponton, hidraulički bager, grajfer, ronionci sa nanosnom skelom za fino poravnavanje). Po završetku pojedine faze radova izvođen je batimetrijski snimak na poziciji izvedbe radova, fino poravnavanje je kontrolirano dugim geodetskim letvama, a također je vršen i nadzorni ronilački pregled po pojedinim fazama izrade.



Slika 17. Predgotovljeni piloti



Slika 18. Bušenje pilota



Dio obalnih konstrukcija (gatovi i recirkulacijski kanali) projektiran je na pilotima. Geotehničkim projektom lokacija izrade pilota je vrlo detaljno obrađena tako da prilikom izrade bušotina i nije dolazilo do većih iznenađenja u dimenzijama pilota. Upravo ta činjenica nam je omogućila da projektirane pilote izvodimo već u pripreмноj fazi, a očitanjem stvarnih dubina temeljnih stijena uslijedilo bi više 'kozmetičko' krojenje pilota na konačnu dimenziju te je na taj način ostvaren visok učinak izrade.

## 2.4. Postavljanje blokova

Po završetku izrade betonskih elemenata obalnih konstrukcija i uređenja (pripreme) posteljice za polaganje istih, slijedi najzahtjevnija faza izrade. Transport, manipulacija i ugradnja predgotovljenih elemenata na projektiranu poziciju (visinski i položajno). Uz već navedenu kopnenu i plovnu opremu za radove ugradnje angažirana je i teška plovna dizalica kapaciteta do 250T. Također za potrebe manipulacije i preuzimanja predgotovljenih elemenata izrađena je privremena gradilišna lučica dimenzija 15x28 m za prilaz transportnih pontona i trajekata pomoću kojih je vršen transport predgotovljenih elemenata do lokacije ugradnje (lokacije plovne dizalice).



Slika 19. Plovna dizalica 'Missing link'



Slika 20. Polaganje bloka u more



Slika 21. Ronioci





Za potrebe točnosti polaganja plovna dizalica je dodatno opremljena sustavom za:

1. Horizontalnu rotaciju elemenata (Rotary unit)
2. GPS – geodetski sustav za određivanje položaja bloka
3. Software instaliran u kabini dizalice sa adresama pojedinih elemenata
4. Led rasvjeta snage 250 kW za noćni rad
5. Podvodne kamere na okviru za prijenos blokova, povezane sa kabinom operatera
6. Inklinometar za očitavanje ravnosti postavljenih elemenata
7. Okviri za prijenos elemenata s elektromotorom za mehaničko zatvaranje i otvaranje nosivih papuča (Clamping system)



Slika 22. Uređeno temeljno tlo

## 2.5. Postavljanje blokova



Slika 23. Greda vodilica za polaganje blokova



Slika 24. Ugrađeni blokovi

Način same izgradnje moguće je opisati u nekoliko koraka:

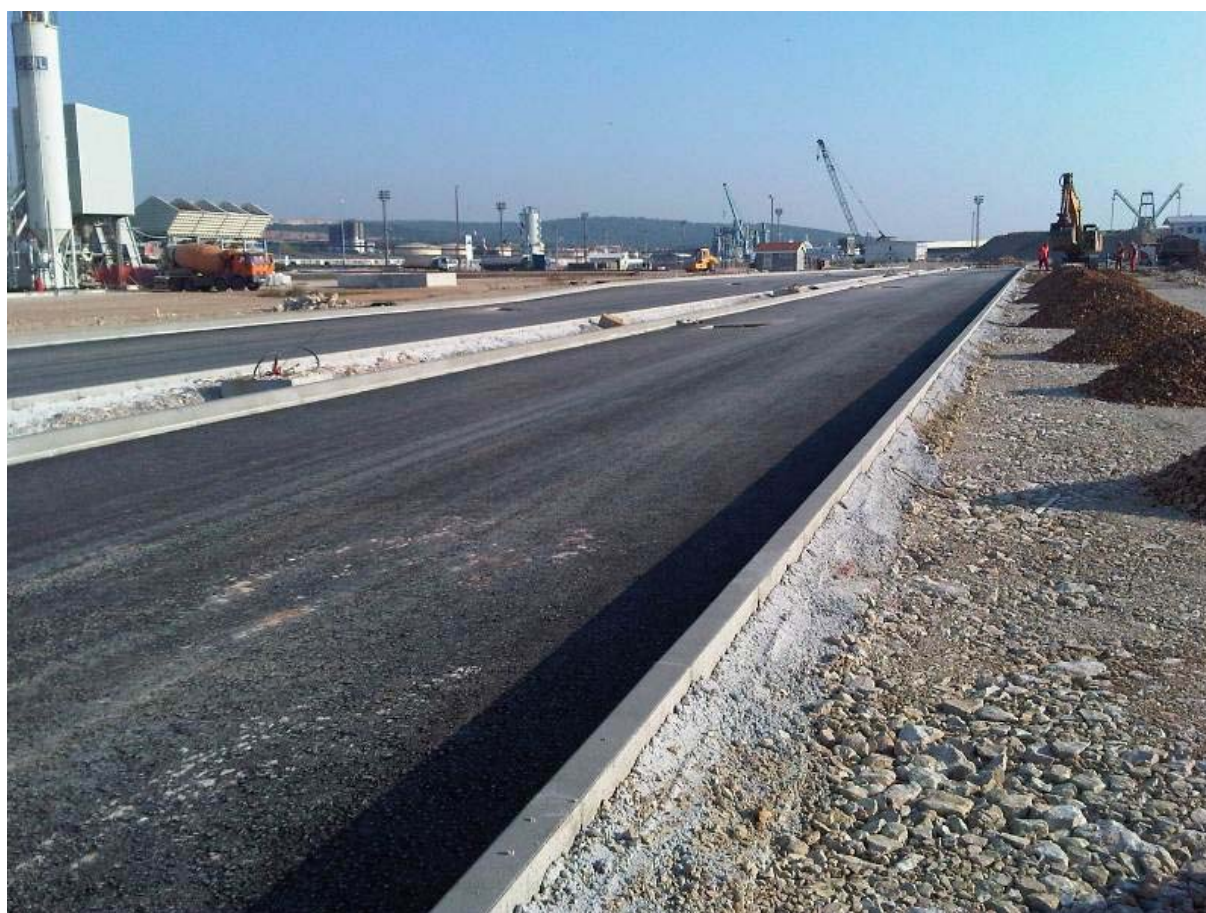
1. Geodetski se iskolčava vanjska linija zida (pomoću bova).
2. Plovnom dizalicom se postavlja masivna greda vodilica duljine 25m(120 T) sa geodetskim tornjevima.
3. Geodeta iskolčava liniju obalnog zida na dijelu geodetskog tornja koji izvire iz vode. Iskolčena točka se pomoću teških visaka projicira na morsko dno gdje ronioci označavaju liniju zida na morskom dnu. Nakon toga se greda namješta na konačnu poziciju lica obalnog zida te predstavlja stabilnu i nepomičnu "vodilicu" uz koju se postavljaju betonski blokovi.
4. Izvedeni element obalnog zida na sebi sadrži adresu koja definira njegovu lokaciju (visinski i položajno) u obalnoj konstrukciji.
5. Podaci svih elemenata uneseni su u instalirani kompjuterski program na plovnoj dizalici.
6. Operater adresu ispisanu na elementu (npr. IGH2.3 ili RP 5.16) unosi u kompjuterski program.
7. Na ekranu operatera pojavljuje se pozicija navedenog elementa sa ciljnom trakom.
8. Prilikom zaokretanja dizalice i pomicanja bloka iznad površine vode, ciljna traka signalizira točnu i konačnu lokaciju bloka (u ovoj fazi samo položajno).
9. Nakon što je blok postavljen u točan položaj slijedi njegovo spuštanje na projektiranu poziciju. Prilikom ovog spuštanja bloka, dodatno sudjeluju i 2 ronioca koji putem radio veze komuniciraju sa operaterom dizalice.
10. Nakon što je element postavljen na konačnu poziciju vrši se očitavanje inklinometra, te ukoliko je sve unutar propisanih tolerancija element se otpušta i kreće se po novi element.



## 2.6. Radovi infrastrukture



Slika 25. Uređenje okoliša prilaznih prometnica



Slika 26. Prilazne prometnice trajektnog terminala

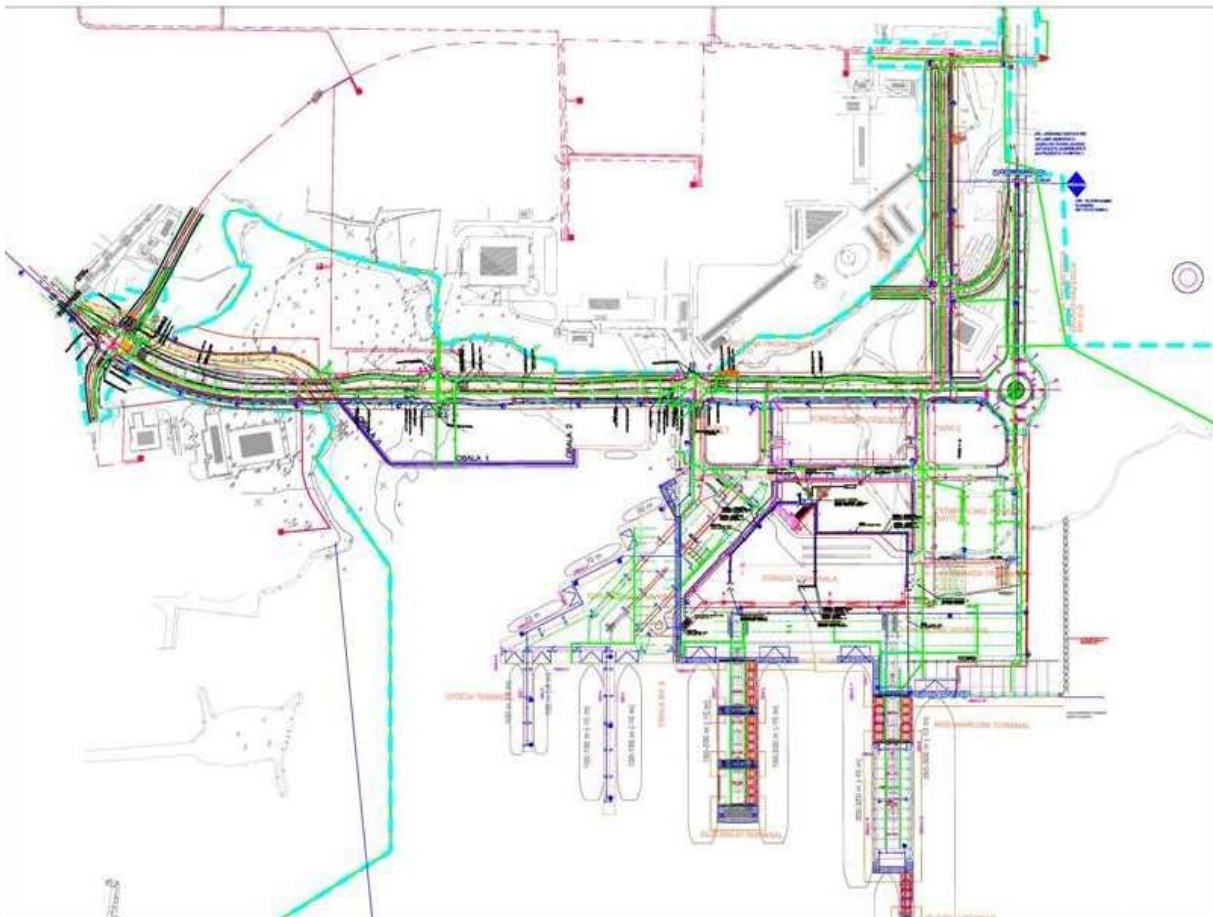


Infrastrukturni radovi gradskih prometnica obuhvaćaju izradu:

- prilazne ceste - 2.500 m
- vodoopskrba – 2.500 m
- fekalna odvodnja – 2.000 m (2 crpne stanice)
- oborinska odvodnja -4.700 m (Zatvoreni sustav odvodnje, 5 separatora)
- elektroinstalacije:
  - SN kabel – 1.000 m
  - DTK – 1.800 m
  - NN kabel – 1.100 m
  - javna rasvjeta

Infrastrukturni radovi terminalskih površina obuhvaćaju izradu:

- asfaltirane površine (prometnice, nogostupi, prostori za čekanje, trake za ukrcaj/iskrcaj) – 80.000 m<sup>2</sup>
- vodoopskrba – 2.600 m
- fekalna odvodnja – 950 m
- oborinska odvodnja – 3.000 m (zatvoreni sustav odvodnje, 7 separatora)
- odvodnja krovnih voda – 730 m elektroinstalacije
  - SN kabel – 1.000 m
  - DTK – 1.450 m
  - NN kabel – 900 m
  - javna rasvjeta



Situacija zahvata LOT II / IIIa Instalacije



Slika 27. Odvodnja



## 2.7. LOT 2/3a



Slika 28. Stanje radova na gradilištu 07/2012, Snimka iz zraka 07/2012

Prikazanom organizacijom radova izvođač je u mogućnosti izvesti radove unutar rokova. Ulaganjem u tehnologiju, strojeve i opremu, također je omogućeno da se radovi izvode sa visokim učincima što u konačnosti opravdava investirana sredstva. Na ovom primjeru moguće je prepoznati punu slobodu struke, organizacijski i tehnološki, koja za rezultat ima visoku kvalitetu izrade i održavanje dostojanstva struke. Na kraju želim istaknuti da je gradilište Gaženicu do sada posjetio čitav niz inženjera, projektanata i studenata i to ne samo iz Hrvatske već i iz SAD-a, Njemačke, Portugala, BiH te nam je takav interes dao za pravo vjerovati da gradimo dobro i kvalitetno.

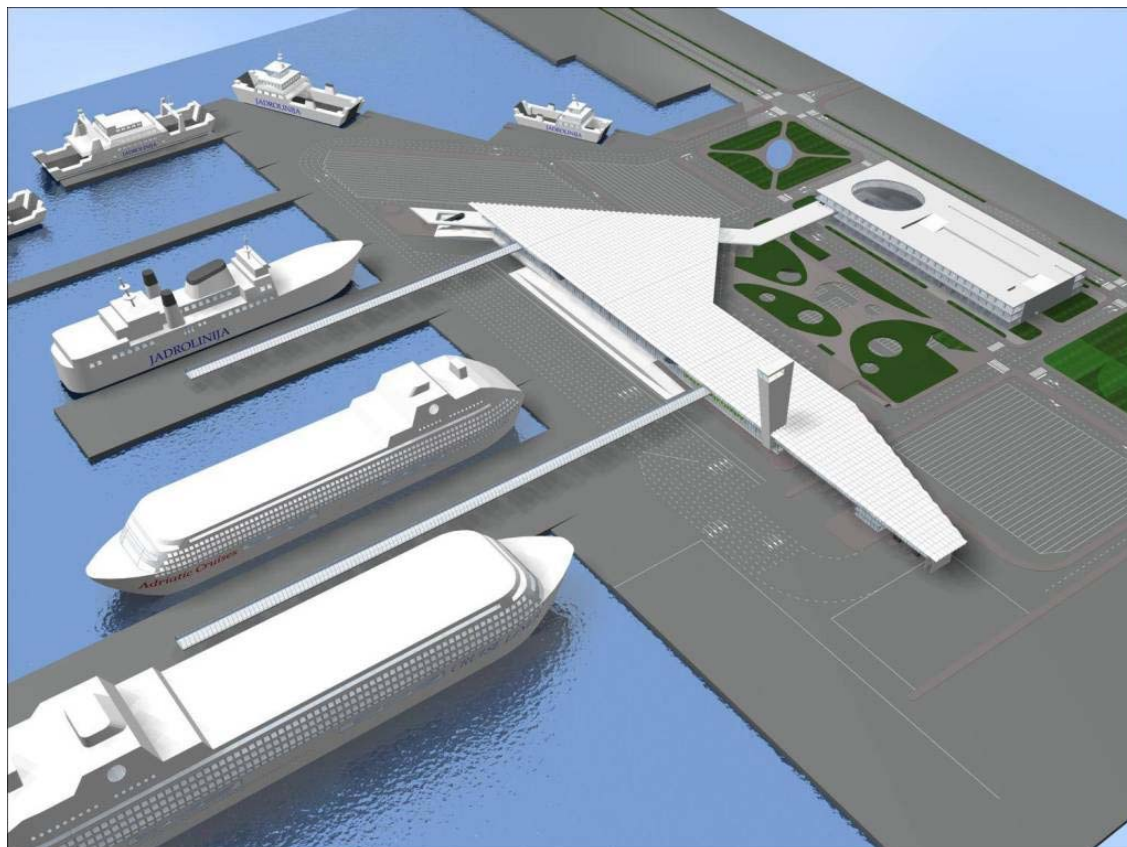
## 3. IIIB FAZA; IZGRADNJA ZGRADE TERMINALA I PRATEĆIH SADRŽAJA



Slika 29. Simulacija luke br.1



Slika 30. Simulacija luke br.2



Slika 31. Simulacija luke br.3



Izvođač: otvoren natječaj

- Radovi IIIb faze obuhvaćaju:

- Izgradnja zgrade sa osnovnim funkcijama; prihvat putnika u dolasku i odlasku, obavljanje graničnih kontrola, te popratni sadržaji
- Među-etaža i prvi kat obuhvaćaju uredske prostore, toranj sa navigacijskim centrom
- Uzdignute pješačke promenade sa ugostiteljskim sadržajima
- Pročelje terminala će činiti komercijalni centar sa višeetažnim parkiralištem te tematskim parkovima