

UNIVERZA V NOVI GORICI
POSLOVNO-TEHNIŠKA FAKULTETA

**OPTIMIZACIJA PREVOZA BETONA V PODJETJU
PRIMORJE**

DIPLOMSKO DELO

Matej Černe

Mentorja: doc. dr. Franc Gider
Sandi Ličen, univ. dipl. inž. prom.

Nova Gorica, 2009

ZAHVALA

Zahvaljujem se podjetju Primorje, ki mi je omogočilo opravljanje praktičnega usposabljanja v kolektivu PE Mehanizacije in uporabo podatkov pri pisanju diplomske naloge.

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Francu Giderju in Sandiju Ličnu, univ. dipl. inž. prom., ki sta mi pomagala in me vodila skozi nalogo.

Poleg tega se zahvaljujem vsem, ki so mi stali ob strani, mi kakorkoli pomagali in me podpirali.

NASLOV

Optimizacija prevoza betona v podjetju Primorje

IZVLEČEK

V diplomskem delu je opisan projekt optimizacije prevoza betona v podjetju Primorje. V podjetju so se pojavile težave z logistiko prevozov betona, s komunikacijo med gradbiščem, betonarno in prometnikom v avtoparku ter pri planiranju vgrajevanja betona na gradbišču. To je za sabo potegnilo slabo izkoriščenost voznega parka, zamude pri vgrajevanju betona in s tem povečane stroške.

V podjetju smo izvedli projekt optimizacije proizvodnje in prevoza betona. V okviru projekta smo izpeljali reorganizacijo naročanja in planiranja prevoza betona. Izboljšani proces proizvodnje in prevoza betona smo informacijsko podprli s sistemom »Telargo«, ki podjetju omogoča sprotni nadzor nad voznim parkom ter s tem lažje planiranje vgrajevanja betona na gradbiščih.

Po šestmesečnem izvajanju sprememb smo s pomočjo primerjanja učinkovitosti dveh obdobj prišli do zanimivih ugotovitev, in sicer do izboljšanja izkoriščenosti vozil v povprečju za 5 %. Uvedba novega načina dela predstavlja dobro osnovo za nadaljnje izboljšave operativnega poslovanja podjetja.

KLJUČNE BESEDE

Beton, avtomešalec, betonska črpalka, logistični center, logistika v gradbeništvu, sistem oskrbne verige, planiranje razporejanja gradbene mehanizacije.

TITLE

Optimization of concrete transport in construction company Primorje

ABSTRACT

In the bachelor thesis project of optimisation of concrete transportation in construction company Primorje is described. Company had significant problems with logistics, communication between construction sites and concrete mixing plant, and planning of concrete transport. These problems resulted in poor utilisation of machinery in concrete transportation department, which led to delays on construction sites and increase of costs.

In the company a project team was appointed which carried out a project of optimisation of concrete production and transport. During the project, concrete production and transportation process has been reorganized. Improved process has been upgraded by information system »Telargo«, which enables the company monitoring of its machinery.

Impacts of the project were monitored for six months after completion. Comparison of machinery utilization before and after the project shows an increase of 5 %. The experience the company gained through the project will be a good basis for further improvements of company's operation in the future.

KEY WORDS

Concrete, automatic mixing truck, truck mounted pump, logistic centre, logistics in construction, system utility chain, planning the allocation of construction machinery.

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	Opredelitev problema.....	1
1.2	Cilji diplomskega dela	1
1.3	Metodologija dela	1
2	PREDSTAVITEV PODJETJA PRIMORJE	3
2.1	Zgodovina podjetja	3
2.2	Skupina Primorje	4
2.3	Divizija Strojna dejavnost.....	5
2.4	Avtopark.....	6
3	TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE IN PREVOZA BETONA.....	10
3.1	Beton.....	10
3.1.1	Zgodovina betona	10
3.1.2	Kaj je beton?.....	10
3.1.3	Agregati.....	11
3.1.4	Kaj je cement?	12
3.1.5	Dodatki.....	13
3.1.6	Voda.....	14
3.2	Betonarna	14
3.3	Oprema za prevoz in vgradnjo betona	16
3.3.1	Avtomešalec	16
3.3.2	Avtomešalec-črpalka.....	17
3.3.3	Betonska črpalka.....	17
4	ANALIZA ZAČETNEGA STANJA	19
4.1	Metodologija	19
4.2	Organizacija proizvodnje betona	19
4.3	Organizacija prevoza betona	19
4.4	Planiranje proizvodnje in prevoza betona.....	20
5	IZBOLJŠAVE PROCESA PROIZVODNJE IN PREVOZA BETONA.....	21
5.1	Sprememba organizacije proizvodnje betona	21

5.1.1	Uvedba logističnih centrov.....	21
5.1.2	Logistični centri.....	21
5.1.3	Vodja logističnega centra.....	23
5.1.4	Nova organizacija procesa betoniranja.....	23
5.1.5	Komunikacije med procesom betoniranja.....	25
5.2	Izboljšano planiranje proizvodnje betona.....	26
5.3	Izboljšano planiranje in nadzor prevozov.....	27
6	INFORMATIZACIJA PROCESA PROIZVODNJE IN PREVOZA BETONA.....	28
6.1	Predstavitev sistema za sledenje »Telargo«.....	28
6.2	Storitve sistema »Telargo«.....	28
6.3	Prednosti in slabosti sistema.....	29
6.4	Uvedba sistema »Telargo«.....	30
6.5	Prikaz sledenja vozila.....	30
6.6	Komuniciranje med logističnim centrom in voznikom.....	32
6.7	Dokumentacija.....	32
7	REZULTATI.....	35
8	ZAKLJUČEK.....	38
9	LITERATURA.....	40
	PRILOGA 1: TEDENSKI PLAN POTREB ZA DOLOČEN LOGISTIČNI CENTER.....	41
	PRILOGA 2: TEDENSKI ZBIR POTREBNE OPREME IN KOLIČINE BETONA, RAZDELJENE PO DNEVIH IN PO LOGISTIČNIH CENTRIH.....	42
	PRILOGA 3: POTNI NALOG ZA TOVORNA VOZILA.....	43
	PRILOGA 4: PREVOZNICA – DOBAVNICA.....	44
	PRILOGA 5: PREVOZNICA – DOBAVNICA ZA BETON.....	45
	PRILOGA 6: KONTROLNIK NABAVE IN PORABE GORIVA.....	46
	PRILOGA 7: KONTROLNA KNJIGA VOZILA.....	47
	PRILOGA 8: RECEPTURA BETONA.....	48

KAZALO SLIK

Slika 1: Organizacijska zgradba Skupine Primorje (Peljhan, 2008)	5
Slika 2: Organizacijska shema divizije Strojna dejavnost.....	6
Slika 3: Shema delitev funkcij v avtoparku	7
Slika 4: Stacionarna betonarna.....	14
Slika 5: Montažna betonarna.....	15
Slika 6: Zvezdasta betonarna (Žitnik in drugi, 2008).....	15
Slika 7: Stolpna betonarna (Žitnik in drugi, 2008).....	15
Slika 8: Horizontalna ali linijska betonarna (Žitnik in drugi, 2008)	16
Slika 9: Štiriosni avtomešalec, 8 m ³	17
Slika 10: Avtomešalec-črpalka, Cifa, 24 m	17
Slika 11: Betonska črpalka – Putzmeister, 42 m.....	18
Slika 12: Diagram poteka naročanja betona in mehanizacije pred projektom.....	20
Slika 13: Diagram poteka nove organizacije procesa betoniranja v Skupini Primorje (Rodman, 2007).....	24
Slika 14: Grafični prikaz komunikacij pri procesu betoniranja (Rodman, 2007).....	26
Slika 15: Dnevni spored mehanizacije za določen logistični center (Ličen, 2008) ...	27
Slika 16: Prikaz sledenja mehanizacije (Rodman, 2007)	31
Slika 17: Sledenje vozila (Rodman, 2007)	31
Slika 18: Prikaz pošiljanja sporočila (Rodman, 2007)	32
Slika 19: Razlika realizacij v dveh obdobjih (pred in po uvedbi projekta)	35

Slika 20: Razlika realizacij na uro v dveh obdobjih (pred in po izvedbi projekta)....36

KAZALO TABEL

Tabela 1: Kapaciteta avtoparka	8
Tabela 2: Realizacija po obdobjih za izbrano vozilo.....	36
Tabela 3: Realizacija na uro v dveh obdobjih.....	37

1 UVOD

1.1 Opredelitev problema

V podjetju Primorje že dalj časa ugotavljajo, da prihaja pri planiranju vgrajevanja betona do velikih odstopanj med planiranimi količinami betona, ki ga posamezna gradbišča predvidijo za dnevna betoniranja, in količinami dejansko vgrajenega betona. V večini primerov gradbišča planirajo manjše količine betona, kot ga dejansko vgradijo. Zaradi nepredvidene povečane količine betona se planirani čas vgradnje betona podaljšuje. To povzroča zamude pri vgrajevanju betona na drugih gradbiščih, v skrajnih primerih pa je vgrajevanje treba celo odpovedati.

1.2 Cilji diplomskega dela

Cilj diplomskega dela je bil izpeljati projekt izboljšanja izkoriščenosti prevoznih sredstev za prevoz betona. To smo dosegli z izboljšanjem procesa naročanja in prevoza betona.

Pričakovati je bilo mogoče izboljšanje komunikacije med gradbišči in betonarnami oz. logističnimi centri, kar bi pomenilo prihranek pri času in zmanjšanje s tem povezanih stroškov. Konkretno smo učinke projekta merili z finančno realizacijo treh vozil pred izvedbo projekta in po izvedbi projekta.

1.3 Metodologija dela

Projekt izboljšanja izkoristka prevoznih sredstev smo izvedli v naslednjih korakih:

1. analiza obstoječega stanja – analiza procesa naročanja in prevoza betona;
2. reorganizacija procesa naročanja in prevoza betona ter vzpostavitev logističnih centrov;
3. uvedba sistema »Telargo« za informacijsko podporo izboljšanemu procesu naročanja in prevoza betona
4. spremljanje učinkov, merjenje rezultatov.

Za izvedbo projekta smo ustanovili projektni tim v naslednji sestavi:

- Matej Černe, diplomant, vodja tima,

- Sandi Ličen, vodja avtoparka, član projektnega tima,
- Borut Čoha, vodja logističnega centra LC Betoni, član projektnega tima.

Vloga vodje projekta je bila vodenje projekta, priprava strokovnih podlag, analiza stanja, koordinacija zunanjih sodelavcev, priprava in instalacija informacijske opreme, usposabljanje uporabnikov, ter nadzor nad izvajanjem projekta in poročanje vodstvu podjetja. Člana projektnega tima sta sodelovala z vodjo tima tako, da sta zagotavljala potrebne informacije, imenovala sodelavce pri izvajanju projekta in posredovala zahteve uporabnikov.

2 PREDSTAVITEV PODJETJA PRIMORJE

2.1 Zgodovina podjetja

Začetki podjetja Primorja segajo v leto 1946, ko je iz tehničnega oddelka pri vipavskem vojnem področju nastalo pokrajinsko gradbeno podjetje, ki je bilo takoj zatem vpisano v register podjetij kot Splošno gradbeno podjetje Primorje.

Na samem začetku se je podjetje v glavnem ukvarjalo z obnovo cest, železnic, mostov, predorov in porušeni domov.

V podjetju Primorje so v prvi polovici šestdesetih let intenzivno vlagali predvsem v dejavnosti na področju nizkih gradenj.

Sedemdeseta leta so prinesla poleg številnih domačih objektov tudi širitev poslovanja na tuja tržišča, kot so Irak, kasneje Alžirija, Libija in Jordanija, vrsto pomembnih objektov pa je podjetje Primorje dokončalo tudi v Bosni in Hercegovini, Avstriji, Nemčiji in na Hrvaškem.

Konec osemdesetih let je zaznamovala velika kriza slovenskega gradbeništva. V podjetju Primorje so morali spremeniti strukturo dela – iz nizke gradnje se je podjetje polagoma preusmerilo v gradnjo poslovnih in stanovanjskih objektov za trg. Z novimi strateškimi usmeritvami in dvigom kakovosti vseh poslovnih funkcij se je prilagodilo novim tržnim razmeram in se pripravilo na nove izzive.

Ponoven začetek gradnje slovenskih avtocest v drugi polovici devetdesetih let je podjetju Primorju prinesel nov zagon. Tako je podjetje v zelo kratkem času posodobilo strojno-transportni park ter razširilo in moderniziralo proizvodnjo gradbenih materialov. Veliko je investiralo tudi v proizvodnjo betonskih izdelkov in betonske galanterije. Še danes je podjetje Primorje eden vodilnih izvajalcev del v okviru slovenskega nacionalnega programa gradnje avtocest.

Z jasno načrtano strategijo razvoja in s premišljenimi poslovnimi povezavami je podjetje Primorje ob prelomu tisočletja oblikovalo Skupino Primorje, ki je danes vodilni poslovni sistem za gradbeništvo v Sloveniji. S kakovostjo zgrajenih objektov, gradbenih proizvodov in storitev se lahko enakovredno kosa s podobnimi gradbenimi

poslovnimi sistemi na območju srednje Evrope. Z odličnimi referencami, znanjem in izkušnjami se podjetje Primorje ponovno uveljavlja tudi na tujih gradbenih trgih. (Zgodovina, Primorje, d.d., 2008)

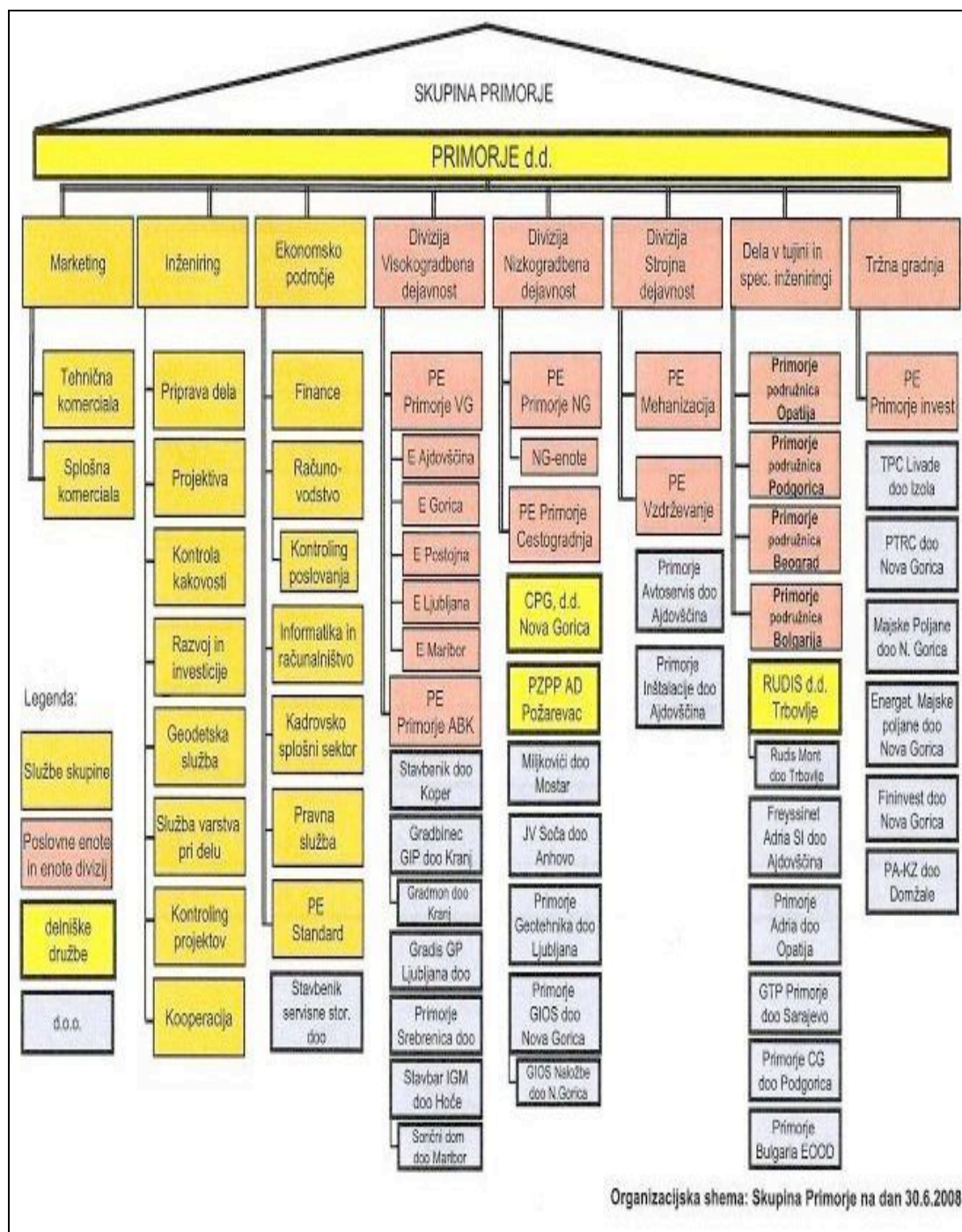
2.2 Skupina Primorje

Delniška družba Primorje je v preteklih letih s kapitalskimi naložbami in ustanavljanjem hčerinskih podjetij postopoma oblikovala Skupino Primorje. Število zaposlenih se je povzpelo na skoraj 2800. Ta skupina predstavlja danes s svojo velikostjo in geografsko prisotnostjo, predvsem pa s celovitostjo in kakovostjo svoje ponudbe, vodilni poslovni sistem za gradbeništvo v Sloveniji. Organizacijska shema skupine Primorje je prikazana na sliki 1.

Strukturo družb Skupine Primorje v Sloveniji sestavljajo: Gradbinec GIP, d. o. o., Kranj; Stavbenik, d. o. o., Koper; Rudis, d. d., Trbovlje; CPG, d. d., Nova Gorica; Gradis GP Ljubljana, d. o. o., Ljubljana; Primorje Geotehnika, d. o. o., Ljubljana; Primorje Avtoservis, d. o. o., Ajdovščina; Primorje Inštalacije, d. o. o., Ajdovščina; Freyssinet Adria SI, d. o. o., Ajdovščina; Primorje GIOS, d. o. o., Nova Gorica; PTRC, d. o. o., Nova Gorica; Fininvest, d. o. o., Nova Gorica; Majske poljane, d. o. o., Nova Gorica; Energetika Majske poljane, d. o. o., Nova Gorica; J. V. Soča, d. o. o., Anhovo; Stavbenik – Servis storitve, d. o. o., Koper; PN Oltra, d. o. o., Koper; TPC Livade, d. o. o., Izola; Risnik, d. o. o., Senožeče; PA – KZ, d. o. o., Domžale; Rudis Mont, d. o. o., Trbovlje.

V tujini delujejo Primorje Adrija, d. o. o., Hrvaška; GTP Primorje, d. o. o., Sarajevo, Bosna in Hercegovina; Primorje CG, d. o. o., Podgorica, Črna gora; PZP Požarevac a. d., Požarevac, Srbija; Miljkovići, d. o. o., Mostar, Bosna in Hercegovina; Rudis BH, d. o. o., Sarajevo, Bosna in Hercegovina; Primorje, d. o. o. Srebrenica – Potočari, Srebrenica, Bosna in Hercegovina; Primorje Bulgaria EOOD, Sofija, Bolgarija.

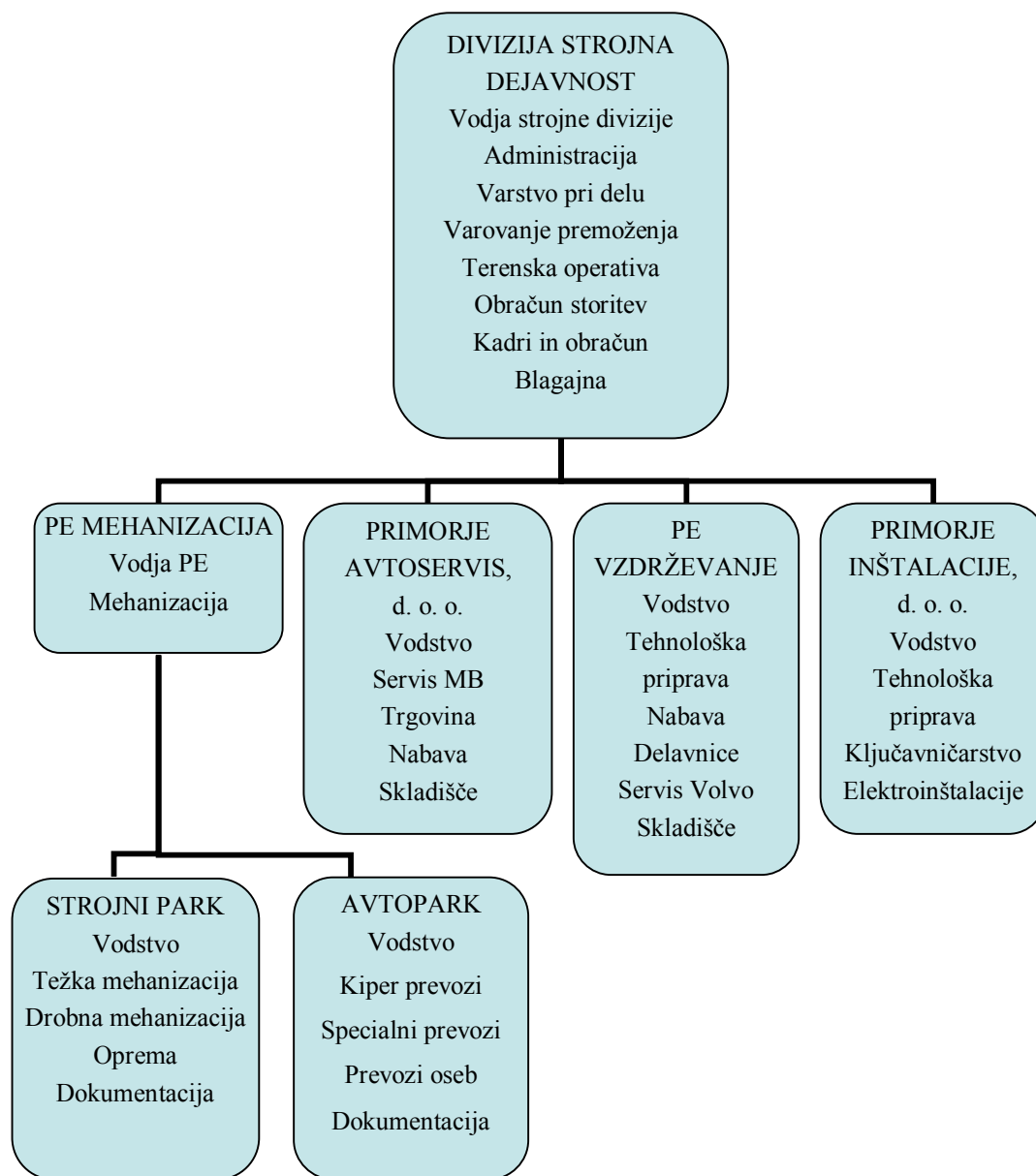
Skupina Primorje ima naslednje podružnice in predstavništva: Primorje, d. d. podružnica Opatija, Hrvaška; Primorje, d. d., podružnica Podgorica, Črna gora; Rudis Deutschland, Stuttgart, Nemčija; Rudis Moskva, Moskva, Rusija (Peljhan, 2008, str. 17).



Slika 1: Organizacijska zgradba Skupine Primorje (Peljhan, 2008)

2.3 Divizija Strojna dejavnost

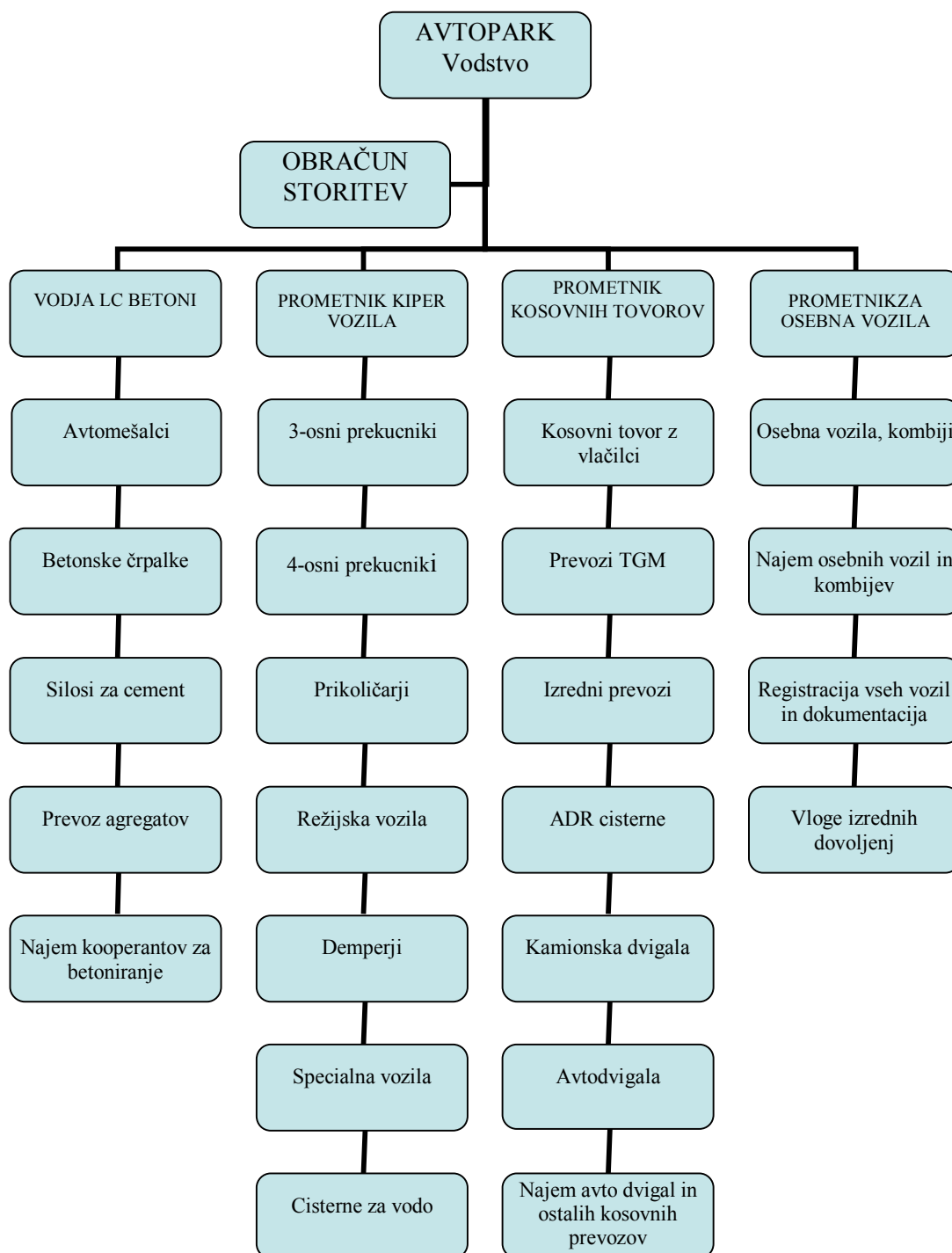
Divizija strojne dejavnosti je organizirana tako, da ima poleg uprave še dve samostojni poslovni enoti ter družbo Primorje avtoservis, d. o. o., in Primorje inštalacije, d. o. o. Poslovne enote so: PE Mehanizacija in PE Vzdrževanje (slika 2).



Slika 2: Organizacijska shema divizije Strojna dejavnost

2.4 Avtopark

PE Mehanizacija je sestavljena iz strojnega parka in avtoparka. Pri projektu v okviru pričujočega diplomskega dela smo se osredotočili le na avtopark, ki je tudi podrobneje predstavljen (slika 3).



Slika 3: Shema delitev funkcij v avtoparku

Avtopark predstavlja skupino vseh motornih in priklopnih vozil ne glede na znamko, tip in značilnosti. Glavne naloge avtoparka so: organizacija vseh vrst prevozov kosovnega tovora za potrebe gradbišč, organizacija izrednih prevozov, kiperski prevozi, vodenje avtomešalcev in betonskih črpalke, vodenje avtodvigal, organizacija silosov za cement, prevozi agregatov, upravljanje celotnega programa osebnih vozil

in kombijev za Skupino Primorje ter registracije, tehnični pregledi, kontrola ustreznosti vozil, naročila servisov in popravila vozil ter vodenje potrebne dokumentacije. Kapaciteta avtoparka je prikazana v tabeli 1.

Tabela 1: Kapaciteta avtoparka

Tip vozila	Število
Tovorna vozila od 11 do 25 t	86
Tovorna vozila do 10 t	14
Tovorna vozila z dvigalom	6
Prikolice	17
Polprikolice	35
Silos	4
Vlačilci	29
Avtomešalci	23
Betonske črpalke in avtomešalec-črpalka	9
Avtocisterne	6
Avtodvigala	6
Košare za prevoz ljudi	4
Demperji	20
Osebna vozila	113
Kombiji	47
Avtobus	2
Kombinirana vozila	37
Dostavna vozila	27
Servisna vozila	14

V avtoparku so naloge razdeljene na vodjo in več prometnikov tako, da vsak prometnik pokriva svoje področje, kot sledi:

- LC Betoni: avtomešalci, avtomešalec-črpalka, betonske črpalke, silosi za cement, najem potrebne mehanizacije za nemoteno delo itd.;
- kiper prevozi: dvoosni prekucniki, triosni prekucniki, štiriosni prekucniki, prikoličarji, demperji itd.;

- kosovni tovor: ves kosovni tovor z vlačilci, izredni prevozi, ADR cisterne, avtodvigala, najem mehanizacije itd.;
- osebna vozila: osebna vozila, kombiji, najem potrebnih vozil, registracije vseh vozil in dokumentacija.

3 TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE IN PREVOZA BETONA

3.1 Beton

3.1.1 Zgodovina betona

Prvi so gradbeni material, ki je imel današnjemu betonu podobne lastnosti iznašli Rimljani. Rimski beton je bil izdelan iz vode, peska, apna, pucolana in zdrobljene opeke. Dobro so poznali škodljive primesi in posebne lastnosti različnih vrst peska. Sčasoma so razvili nove tehnologije vlivanja enovite mase v lesen opaž in dosegli lastnosti, ki ustrezajo današnjim normativom.

Po velikem, že kar zgodovinskem požaru, ki je Rim prizadel leta 64 n. št., so izdali nove predpise za gradnjo, med katerimi je najpomembnejši za gradnjo zahteval uporabo negorljivih materialov. Beton je bil v tistem času eden redkih materialov, ki je ustrezal zahtevi, zato so ga začeli uporabljati pri gradnji novih objektov.

Rimska tehnologija izvedbe in uporabe betona se nadaljuje leta 1414, ko so v švicarskem samostanu našli opis rimskega betona ter ga začeli izboljševati in razvijati. V 19. stoletju so iznašli armirani beton in ga začeli čedalje pogosteje uporabljati za gradnjo različnih objektov.

Danes je beton osrednje gradivo, ki se uporablja pri gradnji vseh vrst objektov, od nizkih do visokih, za najrazličnejše namene uporabe (Zgodovina betona, 2008).

3.1.2 Kaj je beton?

Beton je umetna mešanica veziva (cement), grobega in finega agregata (pesek, prod, gramoz) in vode. Poleg teh osnovnih sestavin lahko vsebuje tudi kemijske in/ali mineralne dodatke. Beton razvije svoje lastnosti s hidratacijo cementa. V sodobni tehnologiji v sestavo betona dodajamo razna polnila, kot so polimeri in vlakna, ki bistveno spremenijo osnovne lastnosti betona (krhkost, krčenje, trdnost).

V mešanici betona naj bi bile sestavine porazdeljene v naslednjem sorazmerju:

- agregat – 75 % volumna betona,

- cementni kamen – 25 % volumna betona (sestavljeno iz mešanice cementnega prahu in vode). Cementni kamen vedno vsebuje manjšo količino zajetega zraka, ki pa v dobro sestavljenem betonu ne sme presegati 2–5 % volumna betona.

Ostali dodatki se betonu dodajajo v zanemarljivih količinah glede na volumen betonske mase, kljub temu pa bistveno vplivajo na lastnost svežega in otrdelega betona (Beton, 2008).

Po teži delimo betone na lahke, normalne in težke betone. Poleg tega betona ločimo tudi glede na njihovo uporabnost, npr. hidro betone, betone za gradnjo cest, specialne betone itd.

Za vsako vrsto betona so predpisane posamezne karakteristike kakovosti betona, ki jih maramo ob pripravi betona upoštevati; te so:

- znamka betona,
- modul elastičnosti,
- odpornost proti mrazu,
- odpornost proti atmosferskim vplivom,
- odpornost proti obrabi (Beton, 2008).

3.1.3 Agregati

»Mineralni agregat je najtrša komponenta betona, ki mu daje skelet in se običajno meša v granuliranih delih, pri čemer vsebuje delež peska, zrna drobirja in prah. Zato kakovost agregata bistveno vpliva na kakovost betona. Pozitivne lastnosti agregatov so:

- dovolj visoka trdnost zrn,
- kemična sestava, ki ne vpliva na vezanje in ne ruši strukture trdega betona,
- primerna hrapavost površine zrna.

Mineralni agregat delimo po načinu pridobivanja na:

- lomljenec, ki nastane z drobljenjem večjih kosov kamna, ima ostre robove in pogosto manj trdna zrna zaradi notranjih razpok, ki nastanejo pri drobljenju, ter

- gramoz, ki je aluvialnega izvora, ima oble robove in je raznolike mineralne sestave (odvisno od izvora rečnih nanosov).

Mineralni agregati ne smejo vsebovati škodljivih sestavin v količini, ki bi lahko škodovala vezanju, strjevanju in obstojnosti betona. Vloga agregatov v betonu je:

- ustvarjanje kohezivnosti betona (v svežem stanju ga je lažje obdelovati);
- znižanje hidratacijske temperature betona (so kemično inertni in delujejo kot odvajalci toplote, ki nastaja pri hidrataciji cementa);
- zmanjševanje krčenja betona (na večino agregatov voda ne deluje, zato omejijo krčenje cementne paste med hidratacijo);
- zniževanje cene betona (mineralni agregati so namreč relativno poceni).«
(Grum in drugi, 2004, str. 20)

3.1.4 Kaj je cement?

»Cement je siv prah, po kemijski sestavi je kalcijev alumosilikat. Uvrščamo ga med hidravlična veziva, katerih osnovna lastnost je, da se pri reakciji z vodo vežejo in strjujejo (hidratacija). Ob tem nastane cementni kamen, sestavljen pretežno iz kalcijevih silikatnih hidratov, ki tudi v vodi ohrani trdnost in stabilnost.

Med pripravo sveže betonske mešanice je naloga cementne paste, ki skupaj z najmanjšimi delci mineralnega agregata (mivko) tvori cementni kamen, da zagotovi betonu njegovo plastičnost in kohezijo. Običajna količina cementa v betonu znaša od 200 do 400 kg na m³ betona, kar je približno 7–14 % prostornine betona.

V otrdelem betonu ima cementni kamen dve nalogi:

- med seboj povezuje zrna mineralnega agregata in daje betonu trdnost,
- zapolni prazen prostor med zrnii agregata in tako tvori neprepustno maso.

Cementni kamen je nosilec dveh osnovnih lastnosti betona: krčenje in tečenje. Obe lastnosti pomenita dolgotrajno deformacijo betona, ki je v primeru pojava krčenja posledica zmanjšanja vlažnosti betona, v primeru tečenja pa posledica dolgotrajne obremenitve konstrukcije. V obeh primerih pride v cementnem kamnu do bistvenih strukturnih sprememb, ki negativno vplivajo na strukturo ter s tem na stanje in lastnost betona.« (Grum in drugi, 2004, str. 26)

»Lastnosti cementnega kamna so odvisne od:

- lastnosti cementa,
- razmerja količine vode in cementa (vodocementni (v/c) faktor),
- količine cementa v kg/m^3 ,
- stopnje hidratacije cementa in zrelosti betona.

Osnovna surovina cementa so minerali, ki jih po izkopu drobijo in transportirajo v silose. Na osnovi kemijske analize se mineralna mešanica dopolnjuje z manjkajočimi minerali. V glavnem se dodaja apno (CaO) ali kremenčev pesek (SiO_2). Minerali se žgejo v rotacijski peči. Pri 100°C oddajajo prosto vodo, pri 600°C se izloči kristalno vezana voda, pri 900°C se talita CaO in SiO_2 , med 1200°C in 1300°C nastane talina, v kateri se tvorita minerala C_2S (pri 1280°C) in C_3S (pri 1450°C – temperatura sintranja). Dobljena zmes je cementni klinker, ki je podoben pepelu, ima granule s premerom nekaj centimetrov in je močno porozen. Klinker se ohladi na sobno temperaturo in po dodajanju 10 % sadre (CaSO_4) melje v fin prah – portlandski cement.« (Grum in drugi, 2004, str. 27)

3.1.5 Dodatki

»Dodatek je material, ki ga dodajamo v majhnih količinah v betonsko mešanico pred mešanjem ali med njim, da s tem izboljšamo oziroma dosežemo določene lastnosti svežega ali strjenega betona.

Dodatke delimo v dve skupini:

- mineralni dodatki:
 - elektrofilitrski pepel,
 - mikrosilika;
- kemijski dodatki:
 - plastifikatorji in superplastifikatorji,
 - aeranti,
 - pospeševalci vezanja (akceleratorji),
 - zaviralci vezanja (retarderji),
 - pospeševalci strjevanja,
 - tesnilci.« (Grum in drugi, 2004, str. 33–34)

3.1.6 Voda

»Voda je osnovni tehnološki element, brez katerega ne bi prišlo do preoblikovanja cementnega prahu v cementno pasto, torej je osnova za kemijske, fizikalne in mineraloške pretvorbe cementa v betonsko vezivo ter skupaj s cementom določa obdelanost svežih betonov.« (Grum in drugi, 2004, str. 32)

3.2 Betonarna

Betonarna je obrat, v katerem izdelujemo beton. Omogoča hitro izdelavo različnih vrst svežih betonskih mešanic. Na kakovost betona poleg pravilne izbire, stanja in doziranja sestavin vplivajo tudi lokacija betonarne in njeno vzdrževanje.

Glede na postavitev ločimo naslednje vrste betonarn:

- stacionarna betonarna (slika 4) je postavljena kot samostojna proizvodna enota, namenjena širokemu trgu;



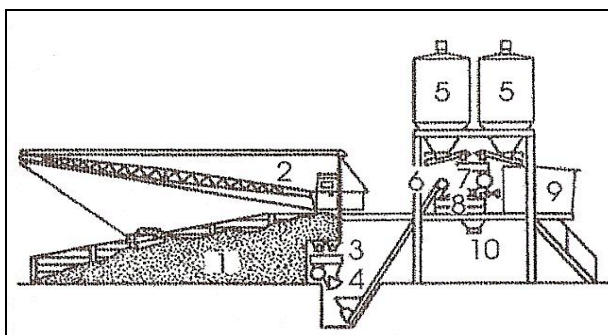
Slika 4: Stacionarna betonarna

- montažna betonarna (slika 5) je postavljena kot začasna enota, njen namen pa je zmanjševanje transportnih stroškov in povečanje zanesljivosti dobave betona na večjih gradbiščih;

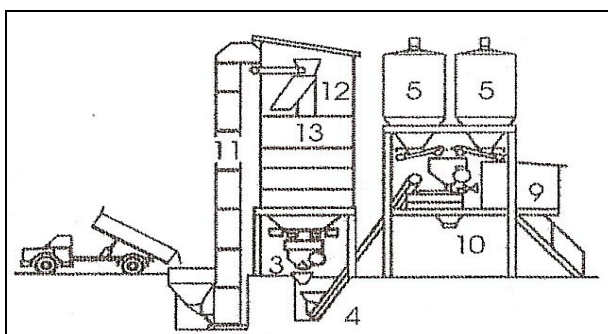


Slika 5: Montažna betonarna

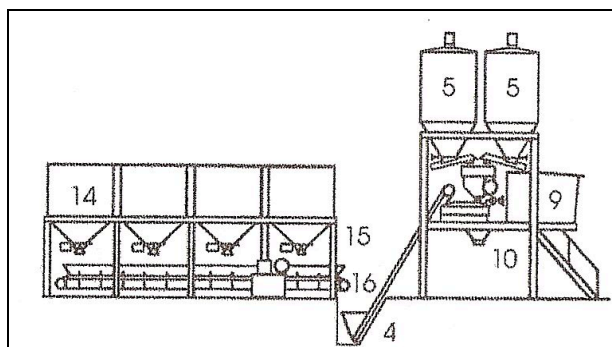
Betonarne ločimo tudi glede na način skladiščenja agregatov, in sicer poznamo zvezdasto betonarno (slika 6), stolpno betonarno (slika 7) in horizontalno ali linijsko betonarno (slika 8).



Slika 6: Zvezdasta betonarna (Žitnik in drugi, 2008)



Slika 7: Stolpna betonarna (Žitnik in drugi, 2008)



Slika 8: Horizontalna ali linijska betonarna (Žitnik in drugi, 2008)

»Sestavni deli betonarn so: 1 – agregati, 2 – skreperski bager, 3 – dozirni jašek, 4 – dozirna posoda za agregate, 5 – silos za cement, 6 – polžasti transport, 7 – težnostni dozator, 8 – mešalnik, 9 – upravljalna soba, 10 – izpust betona, 11 – elevator, 12 – razdelilni žleb za agregate, 13 – stolp z agregati, 14 – silosi za agregat, 15 – dozirna loputa agregata, 16 – tračni transporter.« (Žitnik in drugi, 2008, str. 413)

3.3 Oprema za prevoz in vgradnjo betona

»Prevoz je specializirana dejavnost, ki s pomočjo prometne suprastrukture in prometne infrastrukture omogoča izvajanje prometne storitve s prevažanjem blaga (tovor, materialne dobrine), ljudi in energije z enega mesta na drugo. Prevoz organizirano obvladuje prostorske in časovne razdalje oz. razlike. Prevoz in transport sta torej sinonima. Beseda *transport* ima mednarodni pomen, nastala pa je iz latinske besede *transportare*, kar pomeni prenašati, in novolatinske besede *transportus* s pomenom prevoz, prevažanje, prenašanje.« (Zelenika in Kamnik Zabec, 2007, str. 14)

Med opremo za prevoz in vgradnjo betona štejemo avtomešalce, avtomešalce-črpalke in betonske črpalke.

3.3.1 Avtomešalec

Avtomešalec (slika 9) je tovornjak z nadgradnjo mešalnega bobna, v katerem prevaža svež beton iz betonarne do gradbišča. V podjetju Primorje uporabljajo triosne in štiriosne avtomešalce z velikostjo mešalnega bobna od 6 do 8 m³.



Slika 9: Štiriosni avtomešalec, 8 m³

3.3.2 Avtomešalec-črpalka

Kombinirano vozilo avtomešalec in črpalka (slika 10) uporabljamo za vgrajevanje manjših količin betona na teže dostopnih mestih, kjer je za vgradnjo betona potreben betonovod. Avtomešalec-črpalka omogoča znižanje stroškov prevoza, saj za vgradnjo betona nista več potrebni dve enoti mehanizacije, temveč samo ena.



Slika 10: Avtomešalec-črpalka, Cifa, 24 m

3.3.3 Betonska črpalka

Betonske črpalke (slika 11) so namenjene predvsem vgradnji večjih količin betona na teže dostopnih lokacijah.



Slika 11: Betonska črpalka – Putzmeister, 42 m

4 ANALIZA ZAČETNEGA STANJA

4.1 Metodologija

Začetno stanje smo analizirali tako, da smo obiskali avtopark, betonarne, gradbišča, kjer vgrajujejo beton. Na lokacijah smo skozi pogovor z zaposlenimi dobili sliko o postopku procesa naročanja, proizvodnje in prevoza betona.

4.2 Organizacija proizvodnje betona

Pred uvedbo projekta optimizacije betonarn je imela Skupina Primorje 15 enot po celotni Sloveniji: betonarne Tolmin, Vrtojba, Avče, Primorje ABK (dve enoti), Barnice pri Podnanosu, Laže, Ilirska Bistrica, Ljubljana, Lenart, Polica, Hrušica in Stavbenik Izola (dve enoti).

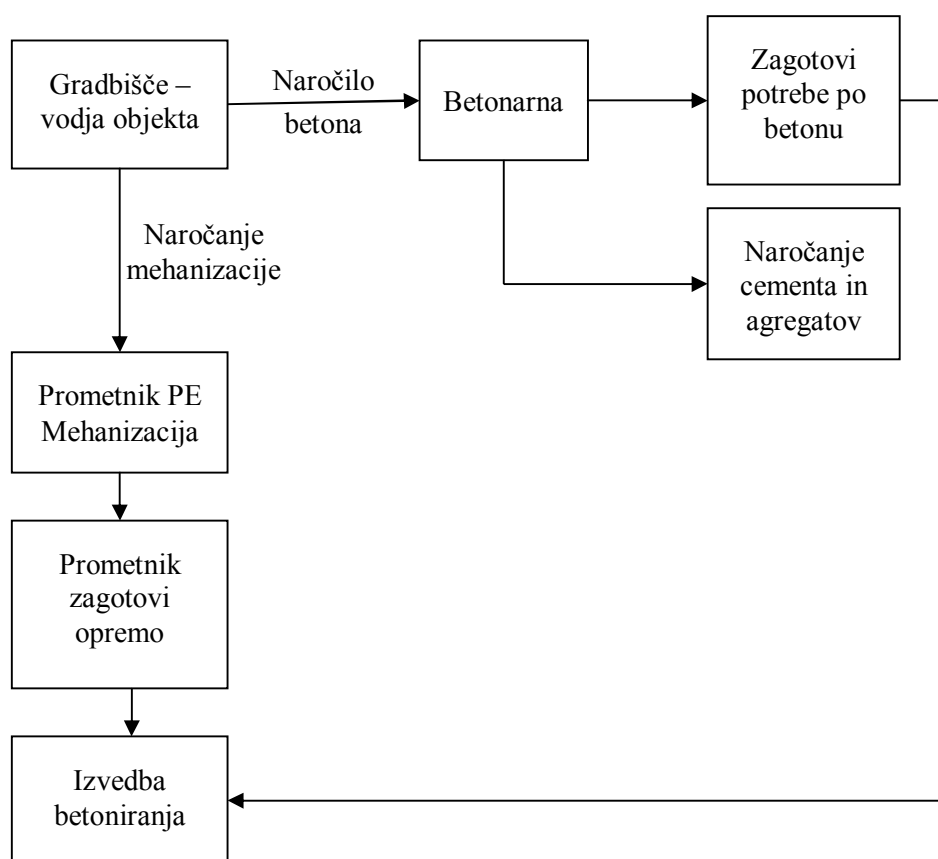
Betonarno je sprva vodil vodja betonarne oziroma strojnik, ki je pripravljaval mešanice betona v betonarni. Naročanje betona je potekalo neposredno iz gradbišča v betonarno, ni pa zajemalo prevoza betona iz betonarne na gradbišče, zaradi česar je bilo težje določiti odgovornost za pravočasno dobavo betona in slabo izkoriščenost mehanizacije.

4.3 Organizacija prevoza betona

Prevozi betona niso potekali organizirano, saj je gradbišče naročalo beton in prevoz betona ločeno. Beton so naročali pri betonarni, prevoz betona pa pri PE Mehanizacija. Vodja betonarne ni imel nikakršne vloge pri usklajevanju mehanizacije, zaradi česar se je vse prevečkrat dogajalo, da je bilo planiranih preveč avtomešalcev glede na kapaciteto betonarne, še posebej pri istočasnem betoniranju na različnih gradbiščih. Posledica tega je bila slaba izkoriščenost mehanizacije, kar je po nepotrebnem povečevalo stroške betoniranja. Če je prometnik želel zagotoviti čim boljšo izkoriščenost mehanizacije, je moral komunicirati tako z gradbišči kot z betonarnami.

4.4 Planiranje proizvodnje in prevoza betona

Naročilo betona je odvisno od potrebe na posameznem gradbišču. Vodja gradbišča je naročal beton vodji oziroma strojniku v betonarni, medtem ko je mehanizacijo za prevoz betona naročal pri prometniku v PE Mehanizacija. Betonarna in PE Mehanizacija torej nista bili medsebojno usklajeni, temveč sta delovali kot dve samostojni enoti (slika 12). Zaradi tega je bila izkoriščenost mehanizacije nizka.



Slika 12: Diagram poteka naročanja betona in mehanizacije pred projektom

Prometnik avtoparka je usklajeval potrebe mehanizacije na posameznih gradbiščih in z minimalnim številom avtomešalcev skušal pokriti večino gradbišč, tako da je bila izkoriščenost mehanizacije maksimalna glede na planirane potrebe.

5 IZBOLJŠAVE PROCESA PROIZVODNJE IN PREVOZA BETONA

5.1 Sprememba organizacije proizvodnje betona

5.1.1 Uvedba logističnih centrov

V okviru projekta smo oblikovali logistične centre tako, da smo bližnje betonarne združili v isti logistični center. Vsem logističnim centrom smo dodelili vodjo, ki je od takrat naprej gradbiščem zagotavljal potrebne količine betona in mehanizacijo ter skrbel za nabavo agregatov in cementa za nemoteno delo betonarne. Projekt je zajemal tudi seminar za vse vodje logističnih centrov, na katerem je bilo predstavljeno nadaljnje poslovanje logističnega centra. Seminar je zajemal naslednje vsebine: planiranje mehanizacije, vodenje in kontrolo mehanizacije, izkoriščenost mehanizacije, usklajevanje planov gradbišč, pošiljanje planov betoniranja v LC Betoni, komuniciranje z vodjo LC Betoni in z vozniki, ki so tisti dan v logističnem centru.

Drugi del projekta je zajemal zagotovitev ustrezne opreme, ki bo posameznemu logističnemu centru omogočala nemoteno delo. Logistične centre smo tako opremili s sodobno računalniško opremo z dostopom do svetovnega spleta, ki je eden glavnih pogojev za delovanje sistema. Uredili smo elektronsko pošto, posredovali nove tabele planiranja v elektronski obliki ter uredili dostop do programa za sledenje in komunikacijo »Telargo«. Po namestitvi omenjene opreme in programov je sledilo še praktično usposabljanje vodij in testiranje nameščene opreme.

Projekt optimizacije prevoza betona je bil uveden na podlagi organizacijskega predpisa (Rodman, 2007), katerega namen je urejanje postopkov vgrajevanja betona v okviru Skupine Primorje, kot tudi urejanja medsebojnih odnosov med posameznimi enotami v okviru divizije Strojna dejavnost.

5.1.2 Logistični centri

»Logistični centri so po svojih bistvenih tehničnih, tehnoloških, organizacijskih, ekonomskih in pravnih fenomenih ter po fenomenih človeškega oziroma intelektualnega kapitala izjemno kompleksni stohastični makro kompleksi

specializiranih in univerzalnih skladišč ter terminalov vseh vrst, carinskih con, blagovno-transportnih centrov, blagovno-distribucijskih centrov in blagovno-trgovinskih centrov. To pomeni, da lahko logistični center opazujemo in proučujemo kot kompleksen, dinamični in stohastični sistem in ga sestavljajo naslednji (pod)sistemi: (pod)sistem skladišč, (pod)sistem terminalov, (pod)sistem carinskih skladišč in shramb, (pod)sistem svobodnih con, (pod)sistem blagovno-transportnih centrov, (pod)sistem blagovno-distribucijskih centrov, (pod)sistem blagovno-trgovinskih centrov in drugi (pod)sistemi.

Struktura logističnih centrov kot sistemov je relativno fleksibilna in se lahko nenehno prilagaja zahtevam tržišča, kupcev, potrošnikov, uporabnikov blaga in storitev obravnavanega centra. Logistični centri delujejo v gravitacijskem področju velikih in srednje velikih industrijskih središč, velikih in srednje velikih mest, regij. Takšni centri so praviloma nacionalni, kar pa ne pomeni, da ne oskrbijo blagovno-distribucijskih in blagovno-trgovskih centrov v tujini, če ti gravitirajo v določenem logističnem centru.« (Zelenika in Kamnik Zabec, 2007, str. 92)

V našem primeru logistični center predstavlja betonarna oz. več betonarn. Vodja razporeja mehanizacijo, ki je potrebna za nemoteno delovanje logističnega centra in objektov, ki so odvisni od njega. Vsak logistični center je opremljen s sledilnim programom »Telargo«, ki omogoča dnevno vodenje in nadziranje mehanizacije v logističnem centru. Vsa naročila betonaž in agregatov je sedaj mogoče posredovati preko elektronske pošte, kar zagotavlja hitrejša, enostavnejša in preglednejša naročanja.

V Skupini Primorje, d. d., smo na novo ustanovili kar osem logističnih centrov (LC) po celotni Sloveniji, in sicer: LC Primorje ABK (vključuje dve betonarni v Ajdovščini), LC Laže (vključuje betonarne Laže, Ilirska Bistrica, Postojna), LC Gradbinec (vključuje betonarni Police, Hrušica), LC Ljubljana, LC Stavbenik (vključuje tri betonarne v Izoli in eno betonarno v Serminu), LC Vrtojba (vključuje betonarne Vrtojba, Avče in Nova Gorica), LC Lenart in LC CPG (vključuje betonarni Tolmin in Bovec). Ker je Skupina Primorje dinamično organizirana in prisotna na različnih trgih, logistične centre ustanavljamo glede na potrebe Skupine.

5.1.3 Vodja logističnega centra

V okviru projekta smo določili tudi vodjo logističnega centra, ki ga pred tem nekatere betonarne niso imele. Zadolžen je za naslednje naloge:

- uskladi tedenske plane betoniranja s posameznimi vodji enot,
- naredi zbir tedenskega plana betoniranja in opreme za celotno Skupino Primorje ter ga posreduje v PE Mehanizacija,
- izdela tedenski plan prevozov vseh potrebnih surovin (cement, agregati),
- dnevno razporeja naročeno opremo po posameznih objektih (naroča, spremlja delo avtomešalcev in betonskih črpalk),
- razporedi opremo po posameznih betonarnah, za katere je odgovoren,
- dnevno uskladi spremembe planov betoniranja z vodji enot za naslednji dan,
- spremembe planov betoniranja za naslednji dan posreduje v PE Mehanizacija oziroma LC Betoni,
- dnevno komunicira z drugimi logističnimi centri, kamor je oprema namenjena,
- komunicira z LC Betoni in vozniki s pomočjo elektronskih medijev,
- spremlja delo vozil s pomočjo elektronskega medija GPS sistema,
- pripravi tedensko poročilo o izvršenih betonažah in o poteku betoniranja v primerjavi s planom. (Ličen, 2007)

5.1.4 Nova organizacija procesa betoniranja

Na sliki 13 je podrobno predstavljen potek nove organizacije planiranja in postopek naročanja v na novo ustanovljenih logističnih centrih. Naročanje betona se začne v objektu, kjer vodja objekta pripravi tedenski plan potrebnega betona in mehanizacije za prevoz ter za vgrajevanje betona.

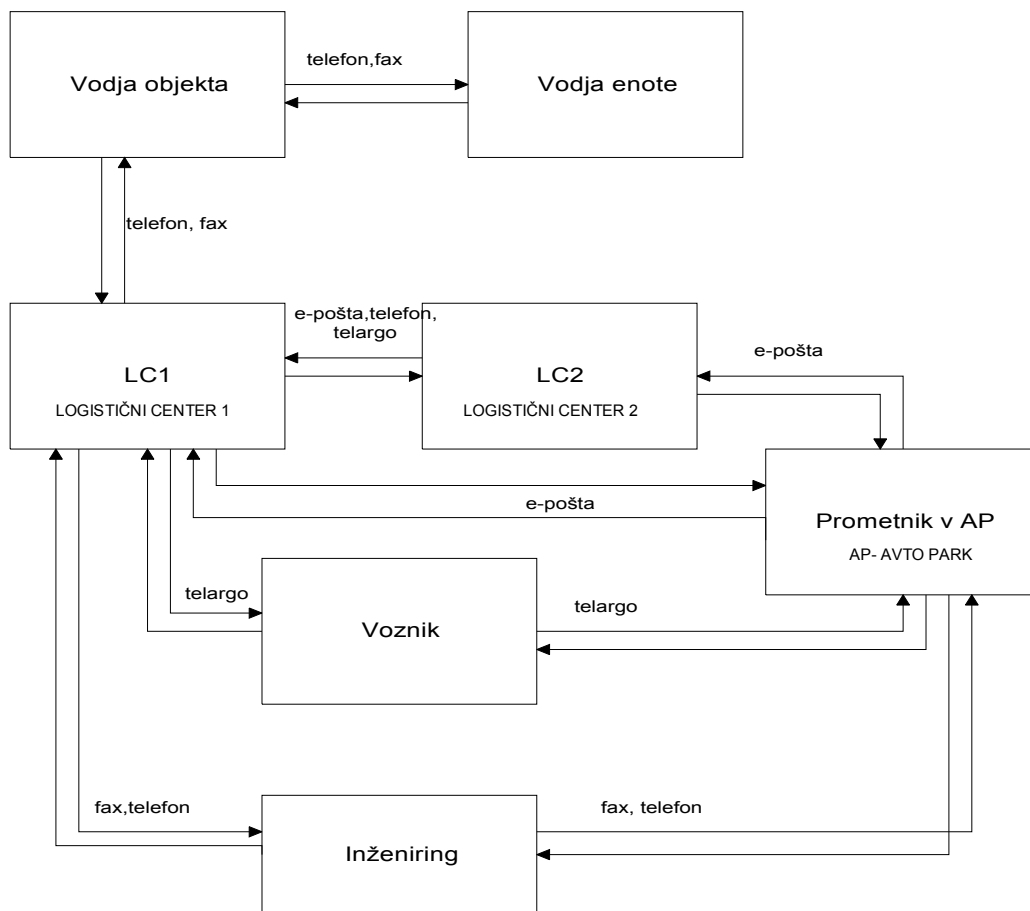
Mehanizacijo, in sicer v LC Betoni, kjer vodja odredi tedenske potrebe po mehanizaciji za celotno Skupino Primorje.

PE Mehanizacija na tedenskem operativnem sestanku pregleda planirane količine opreme in izdela tedenske plane mehanizacije. Tedenske plane, ki jih potrdi vodja SD (Strojne dejavnosti), so obravnavani na skupni koordinaciji. Na koordinaciji so prisotni vodja SD, direktor inženiringa, vodja VGD (divizije Visokogradbene dejavnosti) in vodja NGD (divizije Nizkogradbene dejavnosti), kjer plan potrdijo oziroma ga v primeru prednostnih potreb na objektih ustrezno popravijo in uskladijo. Na podlagi potrjenega plana LC Betoni zagotovi potrebno opremo za nemoten proces betoniranja. Če LC Betoni ni sposoben zagotoviti potrebne opreme, inženiring odredi opremo pri kooperantih oziroma se betonaža v dogovoru z vodjo enote prestavi na drug termin.

5.1.5 Komunikacije med procesom betoniranja

Grafični prikaz na sliki 14 predstavlja potek komunikacije pri procesu betoniranja in komuniciranja med vodji objektov ter logističnimi centri, vozniki in prometniki, ki so zadolženi za mehanizacijo.

Komuniciranje med procesom betoniranja poteka tako, da se vodja objekta dogovarja samo še z vodjo enote in vodjo logističnega centra in ne več s prometnikom in betonarno. Vodja logističnega centra komunicira z vsemi členi procesa, pri čemer je komunikacija s prometnikom zaradi zagotavljanja potrebne mehanizacije in poročanja o izkoriščenosti in realizaciji planov najpomembnejša. Da bi delo potekalo tekoče in brez zapletov, mora vodja posameznega logističnega centra sodelovati tudi z drugimi logističnimi centri. S pomočjo omenjene organizacije komuniciranja med vodji posameznih logističnih centrov je tudi delo poteka na podlagi ažurnih informacij.



Slika 14: Grafični prikaz komunikacij pri procesu betoniranja (Rodman, 2007)

5.2 Izboljšano planiranje proizvodnje betona

Vodje logističnih centrov tedensko naročajo potrebno opremo za betoniranje (avtomešalce, betonske črpalke, avtomešalec-črpalka). Vsak četrtek pošljejo v PE Mehanizacija tedenski plan potreb po betonu, na podlagi česar se naredi zbir vse potrebne mehanizacije in količine betona za celotno Skupino Primorje. Priloga 1 prikazuje tabelo, ki jo pošljejo iz logističnih centrov v PE Mehanizacija in od koder nam sporočajo naslednje parametre za posamezen objekt: recepturo (primer recepture priloga 8), količino betona, uro betoniranja, število avtomešalcev in število ter vrsto betonskih črpalk oziroma avtomešalcev-črpalk. Sledi drugi del razpredelnice, kamor se vpisuje realizacijo vgrajenega betona tako, da jo je mogoče primerjati s planom. Ob tem se napiše poročilo, iz katerega je razvidno, ali je bilo betoniranje izvedeno po planu oziroma ali je bila odpovedano (v tem primeru je treba navesti vzroke).

Vsak četrtek do 12. ure vodje logističnih centrov pošljejo v PE Mehanizacija tedenske plane betoniranja. Vodja LC Betoni izdelava zbir vseh tedenskih planov (priloga 2), ki ga nato obravnavajo na operativnem sestanku. Na sestanku med drugim odločajo tudi o razporeditvi potrebne mehanizacije na določen logistični center.

5.3 Izboljšano planiranje in nadzor prevozov

Vodja LC Betoni prek elektronske pošte dnevno za naslednji dan razporeja mehanizacijo po posameznih logističnih centrih. Pri poslovanju logističnega centra si vodja pomaga s tabelo na sliki 15, v kateri so zbrani vsi potrebni podatki za uspešno poslovanje logističnega centra. Ti podatki so: razpoložljivi tip vozila in registrska številka, ime, priimek voznika ter njegova telefonska številka, čas prihoda v logistični center, naziv logističnega centra, iz katerega vozilo prihaja, čas odhoda iz logističnega centra, razpoložljivi čas za betoniranje ter logistični center, v katerem bo vozilo nadaljevalo svoje delo (Ličen, 2007).

LC VRTOJBA										
DAN	TIP	REG. ST	PRIIMEK	IME	TELEFON	ČAS PRIHODA	PRIHOD IZ LC	ČAS ODHODA	RAZ.ČAS BET.	ODHOD NA LC
P O N E D E L J E K	M	GO PA-403	ŠABANAGIČ	M.	041/xxx-xxx	8:00	PE MEHANIZACIJA	14:00	6:00	LAŽE
	V	GO PA-402	LOZEJ	J.	041/xxx-xxx	10:00	LAŽE	14:00	4:00	PE MEHANIZACIJA
	M Č	GO PA-407	ČRV	C.	041/xxx-xxx	8:00	PE MEHANIZACIJA	16:00	8:00	PE MEHANIZACIJA

Slika 15: Dnevni spored mehanizacije za določen logistični center (Ličen, 2008)

6 INFORMATIZACIJA PROCESA PROIZVODNJE IN PREVOZA BETONA

6.1 Predstavitev sistema za sledenje »Telargo«

Nadzorni sistem »Telargo« služi za sledenje in upravljanje vozil. Omogoča pregled nad delovanjem mehanizacije (avtoparka in strojnega parka) v realnem času. Sistem prikazuje pregled trenutne lokacije vozila oziroma stroja, časovni okvir (čas vožnje, čas pavze) in prevoženo pot. Sistem je zelo obširen, saj ima veliko funkcij, s katerimi lahko dobimo različne podatke o vozilih, ki so v lasti Skupine Primorje. S podatki si lahko pomagamo pri izračunu različnih parametrov, npr. porabe goriva, povprečne hitrosti, predvidenega časa prihoda iz točke A v točko B, služi pa tudi za prikaz različnih grafov, iz katerih je mogoče razbrati prijavo in odjavo voznika, vžig in izklop vozila, poslana sporočila, prejeta sporočila, alarme, delovanje mešalnega bobna na avtomešalcu ... (Telargo nadzorni center, 2005).

Sistem sestavljata uporabniški terminal, ki je vgrajen v vsakem vozilu in omogoča:

- prostoročno telefoniranje,
- sprejemanje in pošiljanje sporočil,
- prijavljanje voznika z ID kartico – identifikacija voznika v vozilu,
- spreminjanje statusa voznika (prijava, odjava, malica, počitek ...),

ter internet strežnik, v katerem se hranijo vsi podatki o spremljanju vozila in voznikov. Na strežnik lahko dostopimo prek spletnega portala <http://center3.telargo.com/>.

Prenos podatkov poteka preko sistema GPRS (General Packet Radio Service), ki temelji na paketnem prenosu podatkov v realnem času z osvežitvijo sistema vsakih pet sekund, s čimer omogoča neprekinjeno sledenje.

6.2 Storitve sistema »Telargo«

Osnovni podatki o vozilu:

- pozicija vozila (trenutno stanje, časovni okvir za eno ali več vozil),
- sledenje v realnem času (sledenje vozilu na zemljevidu v sekundnem intervalu),

- pregled poti in zgodovina poti (različni časovni okviri),
- opozorila (sistem opozarjanja na bližajoči se servis vozila, tehnični pregled, potek zavarovanje ...),
- mesečna poročila o posameznem vozilu, skupini vozil; možna so tudi drugače časovno omejena poročila, ki jih ustvarja vsak posameznik poljubno,
- poročilo o vozilu (prevožena pot, kilometri polni – prazni oz. podatki o teži, lokacija, časovni okvir, čas vožnje, čas postanka, hitrost),
- pošiljanje naročil – navodil iz centra posameznemu vozniku oziroma skupini voznikov.

Osnovni podatki o vozniku:

- prijava, vožnja, odjava na vozilu (status voznika),
- podatki o vozniku (ime, priimek, kraj bivanja, telefon, identifikacijska številka),
- poročilo o delu voznika (časovni okvir, lokacije posameznih voženj, registracija vozila, prevoženi kilometri),
- alarmi – v primeru, da voznik ni prijavljen v sistem.

6.3 Prednosti in slabosti sistema

Prednosti sistema »Telargo« so:

- možnosti neposrednega komuniciranja z voznikom,
- sledenje v realnem času,
- pri spremljanju stroškov omogoča spremljanje točenja goriva z različnimi plačilnimi karticami, stroške cestnin,
- pri vozilih z dodatnimi senzorji prikazuje tudi težo tovora – polne in prazne kilometre,
- pri avtomešalcih prikazuje čas delovanja mešalnega bobna (vrtenje – mirovanje).

Slabosti sistema »Telargo« so:

- vsi podatki so shranjeni na strežniku »Telargo«, do katerih pristopamo preko interneta (vprašanje varstva podatkov),

- sistem nima razvitih senzorjev, ki bi omogočali spremljanje dejanskega delovanja stroja in strojnika,
- ne omogoča povezave s podatki iz digitalnega tahografa,
- na težjih terenih GPS (Global Positioning Sistem – sistem globalnega določanja položaja) izgubi signal (posledično nerealen prikaz kilometrine),
- visoka cena v tujini zaradi uporabe GPRS sistema.

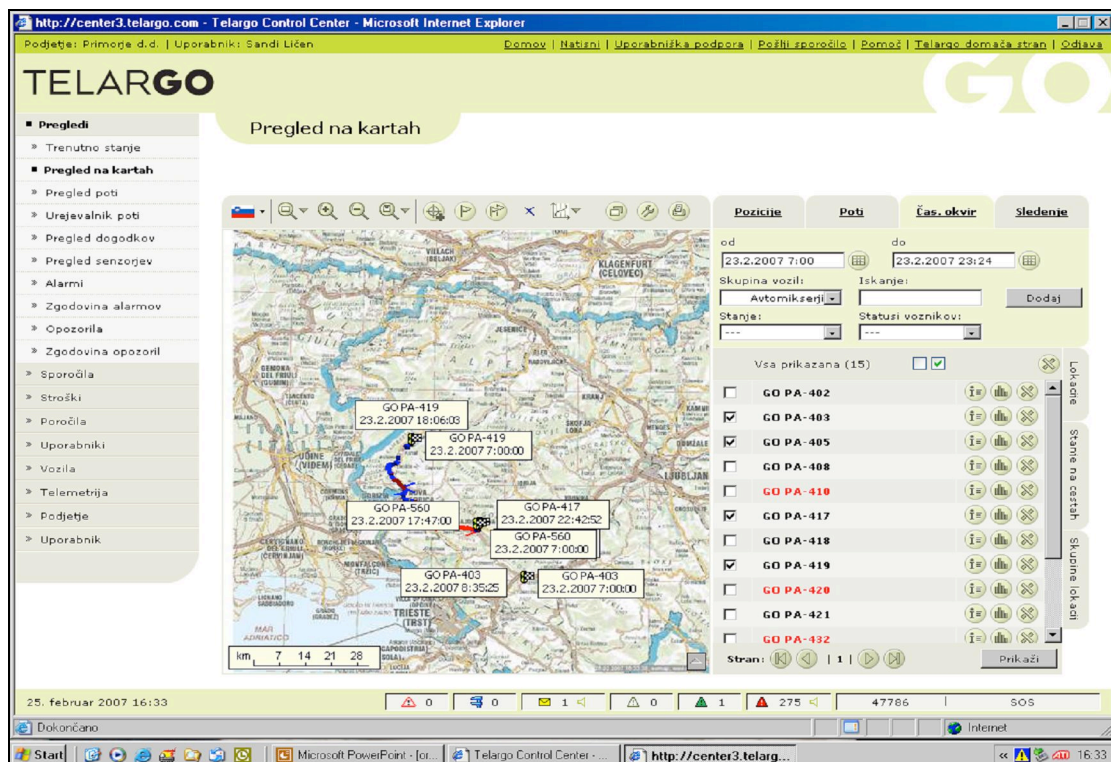
6.4 Uvedba sistema »Telargo«

Preden smo se odločili za uvedbo sistema »Telargo«, smo ga spoznali na predavanjih v okviru predstavitve sistema. Da bi preverili način delovanja sistema, smo se odločili za testno inštalacijo omenjenega sistema na floto dvajsetih vozil. Po enomesečnem poskusnem delovanju je sledilo usposabljanje uporabnikov sistema. Na podlagi postopne uvedbe sistema se je podjetje Primorje odločilo za izdelavo organizacijskega predpisa, v katerem so podrobno opisani postopki dela s sistemom v okviru logističnih centrov.

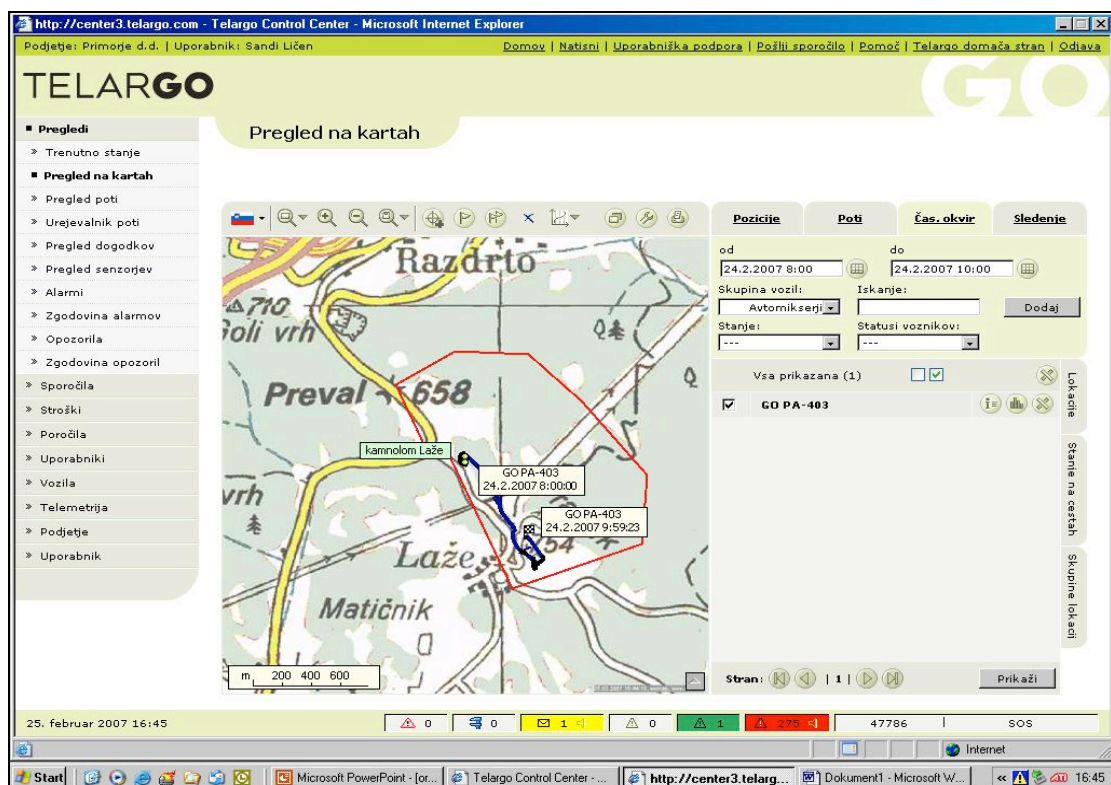
6.5 Prikaz sledenja vozila

Na slikah 16 in 17 je prikazan primer sledenja vozil s pomočjo sistema »Telargo«, s katerim vodja logističnega centra, upoštevajoč dnevni spored mehanizacije (slika 15), naroča razpoložljivo opremo in jo spremlja ves čas, ko je v uporabi.

Sledenje vozil na portalu poteka v realnem času. Ko sledimo določenemu vozilu, se na karti prikaže pozicija vozila z naslednjimi podatki: registrsko številko, inventarno številko, hitrostjo, s katero se premika (km/h), vidimo ime voznika ter status (vožnja oz. mirovanje). Sistem omogoča tudi proučevanje preteklih dogodkov, saj so ti shranjeni v bazi podatkov.



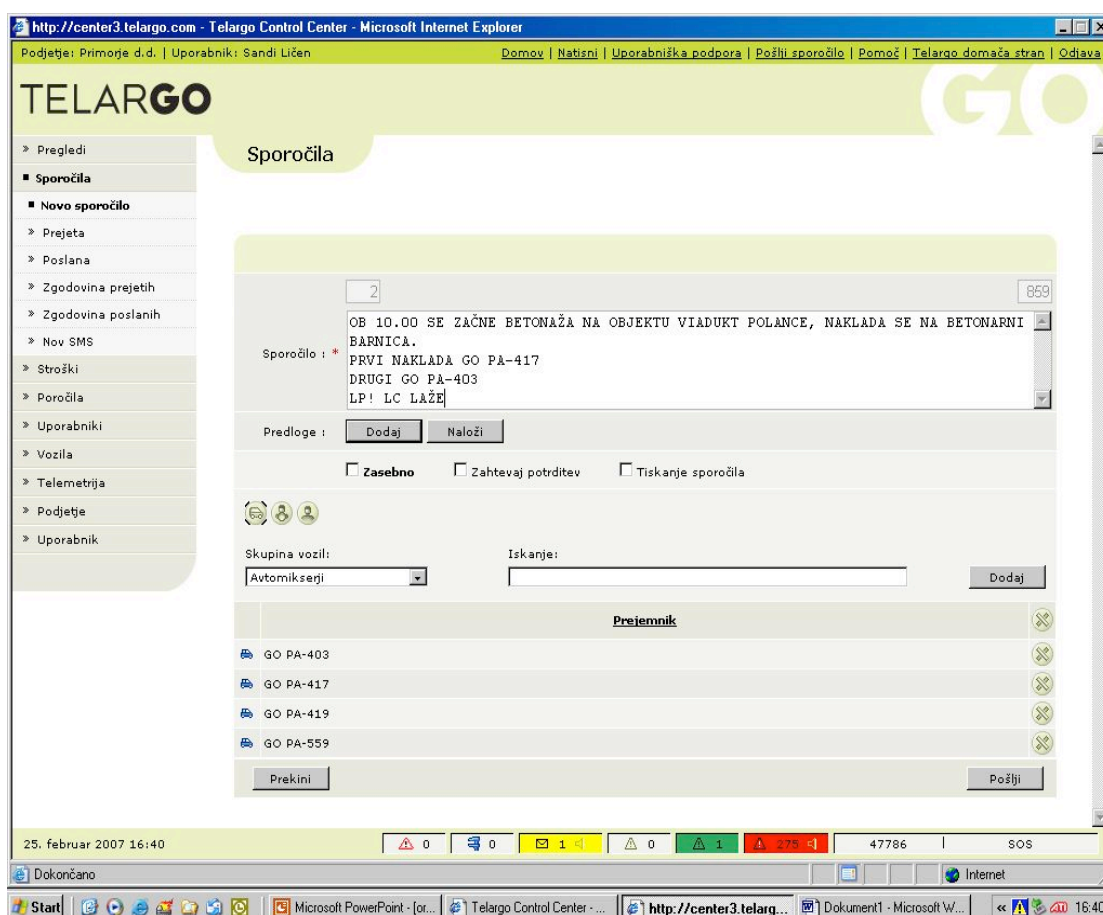
Slika 16: Prikaz sledenja mehanizacije (Rodman, 2007)



Slika 17: Sledenje vozila (Rodman, 2007)

6.6 Komuniciranje med logističnim centrom in voznikom

Na sliki 18 je prikazano komunikacijsko okno vodje LC, ki komunicira z voznikom. Vodja logističnega centra sporoča naloge voznikom v vozilu preko portala v SMS obliki, pri čemer lahko istočasno pošlje sporočilo vsem voznikom, ki jih v določenem trenutku vodi. Voznik sporoča spremembe in premike ali časovne zamike betonaž prek SMS sporočila na portal »Telargo«.



Slika 18: Prikaz pošiljanja sporočila (Rodman, 2007)

6.7 Dokumentacija

Vsako vozilo Skupine Primorje mora imeti potrebno dokumentacijo za nemoteno delovanje in kontrolo. V avtoparku uporabljamo naslednjo dokumentacijo:

- potni nalog za tovorno vozilo,
- potni nalog za avtobus,
- potni nalog za potniški promet,

- prevoznico – dobavnico,
- prevoznico – dobavnico za beton,
- kontrolnik nabave in porabe goriva,
- kontrolno knjigo ter
- naročilo prevoza.

Pri transportu betona uporabljamo naslednjo dokumentacija oziroma mora biti dokumentacija na vozilu:

- **Potni nalog za tovorno motorno vozilo** (priloga 3) mora imeti vsako vozilo poleg tahografa v vozilu. Slednji obrazec je zakonsko predpisan. Vsebovati mora podatke o izdajatelju potnega naloga z naslovom in datumom, o vozilu, vozniku, času odhoda in prihoda, kraju odhoda in prihoda, prevoženih kilometrih, vrstah in količinah tovara ter o naročniku.
- **Prevoznica – dobavnica** (priloga 4) je obrazec, s katerim delavec dokazuje opravljeno delo. Izpolni ga voznik, podpiše pa ga uporabnik storitev vsaj enkrat na dan oziroma po opravljeni storitvi. Prevoznica vsebuje vse bistvene podatke, ki so potrebni tako za obračun storitve kot tudi za obračun dela delavca. Ti podatki so: podatki o vozilu (inventarna številka, registrska številka, tip vozila itd.), podatki o vozniku (osebna številka, naziv itd.), podatki o uporabniku (naslov, stroškovno mesto itd.), datum opravljene vožnje, čas opravljanja voženj, relacija, vrsta tovara, teža tovara, število voženj, vrsta obračuna in šifra opravila. Podpisano prevoznico voznik po končanem delu izroči v kontrolo in podpis prometniku. Prometnik pregledane in podpisane prevoznice posreduje v obračun obračunskemu referentu.
- **Prevoznica – dobavnica betona** (priloga 5) je dokument, ki ga izda betonarna. Na obrazcu so naslednji podatki: podatki o betonarni, podatki o kupcu, podatki o vozniku in vozilu, datum in čas polnjenja betona, podatki o betonu, količina, število voženj, čas prihoda na gradbišče, začetek in konec raztovarjanja ter čas povratka v betonarno.

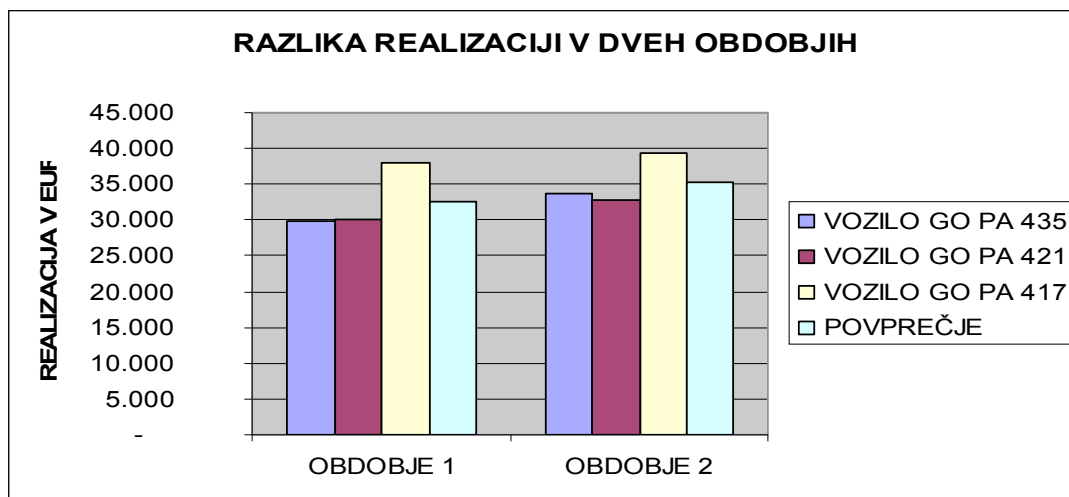
- **Kontrolnik nabave in porabe goriva** (priloga 6) služi za obračunavanje storitev z osebnimi, kombiniranimi in tovornimi vozili. Obrazec služi za kontrolo mesečne nabave in porabe goriva. Vsebuje naslednje podatke: znamko in tip vozila, inventarno in registrsko številko, mesec uporabe, ime in priimek voznika, stroškovno mesto, datum pričetka in zaključka uporabe vozila, število prevoženih kilometrov na začetku in na koncu uporabe, podatke o nabavi goriva (datum, stanje števca, količina goriva in podpis voznika ter prodajalca).
- **Kontrolna knjiga vozila** (priloga 7) je sestavni del vsakega vozila, ki je v lasti Primorja, d. d., in se jo vodi od nakupa do konca življenjske dobe vozila. Knjiga vsebuje vse bistvene podatke o vozilu (tip, nosilnost, številka šasije, številka motorja, vrsta gum ...), podatke o olju (tip, menjava in dolivanje olja), podatke o menjavi gum, poglavje o pregledih in odredbah kontrolorja ter evidenco servisnih pregledov vozila.

7 REZULTATI

Rezultati projekta se kažejo v boljši izkoriščenosti opreme, točnejših dobavah betona na gradbišča, manjših zastojih na gradbiščih zaradi čakanja na beton in večji kakovosti opravljenega dela. Kvantitativne rezultate smo dobili tako, da smo spremljali realizacijo treh vozil v šestmesečnem obdobju pred začetkom projekta in šest mesecev po končanem polletnem projektu. Na tak način smo dobili razliko v primerjanih obdobjih, ki kaže na pozitivni učinek uvedbe izboljšav.

Doseženi rezultati projekta so posledica izboljšanega planiranja mehanizacije, izboljšane komunikacije, povečane realizacije, zmanjšanja števila praznih voženj in posledično zmanjšanja stroškov, kar je bil tudi eden od bistvenih ciljev.

Graf za obdobje 1 in obdobje 2 na sliki 19 nam prikazuje realizacijo izbranih vozil v šestmesečnem obdobju pred uvedbo logističnih centrov in po njej. Realizacijo za neko vozilo v določenem obdobju dobimo tako, da množimo število opravljenih ur vozila v obdobju opazovanja z vrednostjo opravljene ure.



Slika 19: Razlika realizacij v dveh obdobjih (pred in po uvedbi projekta)

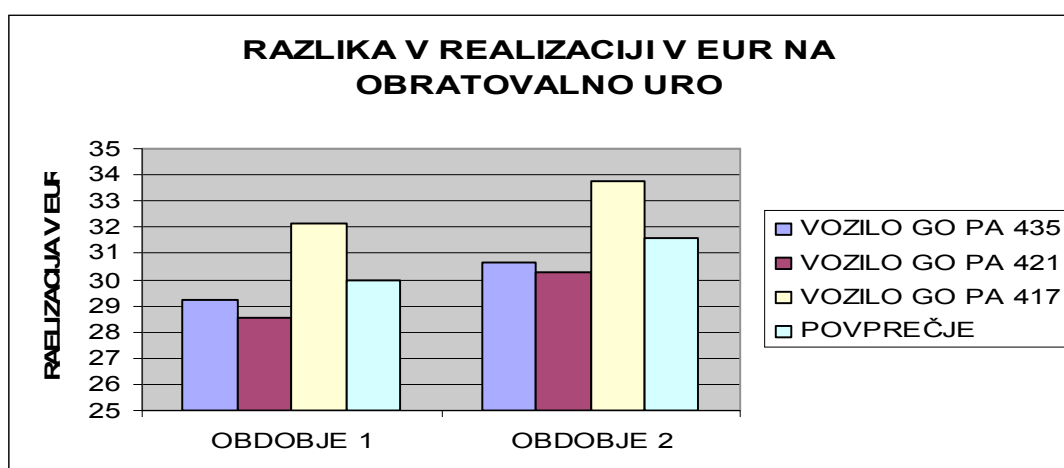
Obdobje 1 obsega šestmesečni čas pred uvedbo logističnih centrov, in sicer med 1. januarjem in 30. junijem 2007, obdobje 2 pa šestmesečni čas po uvedbi logističnih centrov, torej med 1. januarjem in 30. junijem 2008.

Primerjava rezultatov v tabeli 2 nam prikazuje povečano realizacijo v drugem obdobju. V primerjavi s prvim obdobjem se je realizacija analiziranih vozil izboljšala za povprečno 8 %, kar smo izračunali tako, da smo rezultate iz obdobja 2 delili z rezultati iz obdobja 1 in dobili delež povečane realizacije (v odstotkih).

Tabela 2: Realizacija po obdobjih za izbrano vozilo

	Obdobje 1 (v EUR)	Obdobje 2 (v EUR)
Vozilo GO PA 435	29.910	33.725
Vozilo GO PA 421	30.031	32.726
Vozilo GO PA 417	37.992	39.385
Povprečje	32.644	35.279

Iz realizacije na uro v dveh obdobjih (slika 20, tabela 3) je razvidno, da se je v drugem obdobju izboljšala realizacija vseh treh opazovanih vozil v povprečju za 5%.



Slika 20: Razlika realizacij na uro v dveh obdobjih (pred in po izvedbi projekta)

Tabela 3: Realizacija na uro v dveh obdobjih

	Obdobje 1		Obdobje 2	
	obr. ure	v EUR	obr. ure	v EUR
Vozilo GO PA 435	1023	29,24	1100	30,66
Vozilo GO PA 421	1322	28,51	1347	30,26
Vozilo GO PA 417	1125	32,15	1225	33,77
Povprečje	1156	29,97	1224	31,56

8 ZAKLJUČEK

V podjetju Primorje so že dalj časa opazovali težave pri zagotavljanju pravočasnih in zanesljivih dobav betona na gradbišča. Pri analizi procesa proizvodnje in prevoza betona se je izkazalo, da so gradbišča zaradi ločenega naročanja betona in prevoza betona planirala preveliko število mehanizacije v primerjavi s kapaciteto posamezne betonarne. Zaradi tega je prihajalo do zastojev mehanizacije, kar je imelo za posledico slabo izkoriščenost mehanizacije.

Problem smo začeli reševati na ta način, da smo uvedli logistične centre. V delovanje logističnega centra je vključena ena ali več betonarn. Vsak logistični center ima svojega vodjo, ki usklajuje delo mehanizacije in ljudi. Izboljšani proces proizvodnje in prevoza betona smo podprli z informacijskim sistemom »Telargo«. Za uporabo informacijskega sistema smo usposobili vodje posameznega logističnega centra, poleg tega smo vodje logističnih centrov usposobili tudi za delo z različnimi računalniškimi programi, ki so pomembni za vodenje logističnega centra.

Logistični centri so prinesli elektronsko naročanje mehanizacije in surovin, potrebnih za normalno delovanje betonarne, izboljšanje izkoriščenosti mehanizacije za 5 %, skrajšanje čakalnih vrst za prevzem betona, predvsem pa znižanje stroškov.

Za podjetje pomeni opravljeni projekt začetek reševanja opisane težave, uveljavljanje novih sistemov in nadgradnjo starih. Sistem bomo v prihodnje še nadgrajevali in vanj povezali tudi druge sektorje mehanizacije.

Zaposlenim je uvedba novega načina dela olajšala delo, saj ima vodja logističnega centra sedaj celoten pregled nad vozili na računalniku. Vodja logističnega centra ima veliko odgovornost, saj mora pri razporejanju vozil paziti, da poleg maksimalne izkoriščenosti vozila logistični centri razpolagajo tudi z zadostno količino agregata. Vozniki so novi sistem sprejeli zelo dobro, saj imajo sedaj jasna in točna navodila o času in lokaciji dela in so predhodno obveščeni o nadaljnjem delu. S pomočjo sistema »Telargo« se je izboljšalo tudi komuniciranje med vozniki in vodji LC. V prihodnosti nameravamo v sistem vključiti tudi organizacijo transporta cementa v logistični center.

Na osnovi pozitivnih izkušenj, ki izhajajo iz projekta, opravljenega v okviru diplomskega dela, v podjetju vidijo nadaljnje priložnosti za izboljšave na naslednjih področjih: ureditev dostave drugega blaga na gradbišča po principu vitke logistike, uvedba kanban za izdelke, ki se pogosto pojavljajo (recimo vijaki, vezice ...), dinamično planiranje za posamezna gradbišča, fino planiranje, obvladovanje vseh transportnih sredstev in zaloge ter hramba blaga po ABC metodi.

9 LITERATURA

Beton. Pridobljeno 24. 5. 2008 s svetovnega spleta:

<http://www.slonep.net/gradimo.html?lev0=2&lev1=15&lang=&lev2=91&lev3=2565>

Grum, B., Čebular, U., Kavčič, F., Šuštaršič, J., Gerbec, B., Leskovar, I., Bergant, M., Dobnikar, V. (2004). Sanacije betonskih objektov. Ljubljana: I2.

Ličen, S. (2007). Gradivo iz seminarja, Optimizacija procesov betonaž, Nova organizacija dela. (Primorje), Ajdovščina: [S. Ličen].

Peljhan, L. (2008). Letno poročilo družbe Primorje, d. d., 2007. (Primorje), Ajdovščina: [L. Peljhan].

Rodman, A. (2007). Organizacijski predpis OP 09.12B. Postopki betonaž. (Primorje), Ajdovščina: [A. Rodman].

Telargo nadzorni center (2005). Uporabniška navodila. New York: Telargo Inc.

Zelenika, R., Kamnik Zabec, S. (2007). Multimodalni prometni sistem. Maribor: Univerza v Mariboru.

Zgodovina betona. Pridobljeno 24. 5. 2008 s svetovnega spleta:

<http://www.slonep.net/gradimo.html?lev0=2&lev1=15&lang=&lev2=91&lev3=2565>

Zgodovina, Primorje, d. d. Pridobljeno 15. 3. 2008 s svetovnega spleta:

http://www.primorje.si/index.php?vie=cnt&str=42_slo

Žitnik, J., Žitnik, D., Berdajs, A., Gruden, T., Jurček, R., Slokar, I., Petek, I., Jereb, S., Smolej, B., Štembal Capuder, M., Galonja, M. (2008). Gradbeniški priročnik. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.

PRILOGA 1: TEDENSKI PLAN POTREB ZA DOLOČEN LOGISTIČNI CENTER



VRTOJBA: 24.1.2008

PLAN BETONA LC VRTOJBA
OD 28.01.2008 DO 03.02.2008

TEDEN 05

DAN	ZAP.ŠT.	STR. MESTO / OBJEKT / KONSTRUKCIJSKI ELEMENT	PLANIRANO					REALIZIRANO			
			RECEPTURA	m ³	URA	ŠT. MIK.	BET. ČRP.	m ³	URA	ŠT. MIK.	ŠT. IN TIP BET.
28.1. P O N E D E L J E K	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
	7										
	8										
	9										
SKUPAJ				0							
29.1. T O R E K	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
	7										
	8										
	9										
SKUPAJ				0							
30.1. S R E D A	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
	7										
	8										
	9										
SKUPAJ				0							
31.1. Č E T R T E K	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
	7										
	8										
	9										
SKUPAJ				0							
01.02. P E T E K	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
	7										
	8										
	9										
SKUPAJ				0							
02.02. S O B O T A	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
	7										
	8										
	SKUPAJ				0						

* tip bet. Črpalke: VN= velik putzmaister - novi; M= mala; MČ= mikser črpalka
V PRIMERU OKVARE JE NUJNO REZERVNA BETONARNA (NAPIŠI DA OZ. NE)

DA

VODJA BETONARNE VRTOJBA: 
Simon Kompara

**PRILOGA 2: TEDENSKI ZBIR POTREBNE OPREME IN KOLIČINE
BETONA, RAZDELJENE PO DNEVIH IN PO LOGISTIČNIH CENTRIH**

						
Primorje d.d. družba za gradbeništvo, inženiring in druge poslovne storitve						
Od 26.02.2007 do 03.03.2007				Teden: 09		
		PLANIRANO			REALIZIRANO	
		m 3	Betonske črpalke	Avto mešalci	m 3	Betonske črpalke
PON	ABK	225	1. MČ	4		
	VRTOJBA	99	2. MČ	6		
	AVČE	140	1. MČ 1.VČ	7		
	LAŽE	310	1.MČ 1.VČ	6		
	STAVBENIK	200	1.MČ 1.VČ	6		
	GRADBINEC	285	1.MČ 2.V+1.rez	12		
	LJUBLJANA	30		2		
	TOLMIN					
	skupaj	1289	7.MČ 6.VČ	43		
TOR	ABK	175		2		
	VRTOJBA	47	2.MČ	6		
	AVČE	127	2.MČ	4		
	LAŽE	70	1.MČ	6		
	STAVBENIK	64	1.MČ	3		
	GRADBINEC	300	1.MČ	8		
	LJUBLJANA	86	1.MČ	3		
	TOLMIN					
	skupaj	869	8.MČ	32		
SRE	ABK	185	1.MČ	2		
	VRTOJBA	27		4		
	AVČE	162	2.MČ	3		
	LAŽE	131	1.MČ 1.VČ	6		
	STAVBENIK	75	1.MČ	4		
	GRADBINEC	27	1.MČ	1		
	LJUBLJANA	80	1.MČ	3		
	TOLMIN					
	skupaj	687	7.MČ 1.VČ	23		
ČET	ABK	175		2		
	VRTOJBA	7		1		
	AVČE	140	2.MČ	4		
	LAŽE	82	1.MČ	4		
	STAVBENIK	80	1.MČ	4		
	GRADBINEC	77	1.MČ 1.VČ	3		
	LJUBLJANA	180		5		
	TOLMIN					
	skupaj	741	5.MČ 2.VČ	23		
PET	ABK	265		1.VČ 4		
	VRTOJBA	138	1.MČ 1.VČ	7		
	AVČE	107	2.MČ	2		
	LAŽE	580	1.MČ 1.VČ	9		
	STAVBENIK	149	1.MČ 1.VČ	5		
	GRADBINEC	132	1.MČ	8		
	LJUBLJANA	45		2		
	TOLMIN					
	skupaj	1416	6.MČ 4.VČ	37		
SOB	ABK	85		2		
	VRTOJBA	30	1.MČ	3		
	AVČE	117	2.MČ	4		
	LAŽE	46	1.MČ 1.VČ	4		
	STAVBENIK	39	1.MČ	3		
	GRADBINEC	227	1.MČ	12		
	LJUBLJANA	40		2		
	TOLMIN					
	skupaj	584	6.MČ 1.VČ	30		
DAT.: 22.02.2007						
SESTAVIL: Borut ČOHA						

Garaža	Dan	Ura	Stanje števca	Podpis vratarja
Odhod				
Povratak				
Gorivo, mazivo prejeto v kraju	Mera	Količina	Vrsta goriva in maziva	Datum
				Izdal
Dejanska poraba goriva				
Poraba po normi				
Rezultat(+/-)				
	km	ton	ton/km	
km				
km				

Po končani vožnji pregledal prometnik: _____
(podpis)

Pripombe:

19 _____

(Količina mesec in leto izdaje)

LASTNI
(vrsta prevosa)

Potni nalog

za tovorno motorno vozilo

Voznik: _____

Sovoznik: _____

Spremljevalec: _____

Relacija: _____

Serija O N° 148201

_____ (podpis pooblaščen osebe)

Znamka vozila	Nosilnost (ton)	Lastna teža (ton)	Garažna št.	Registrska številka
Označba priklopnega vozila	Nosilnost (ton)	Lastna teža (ton)	Garažna št.	Registrska številka

Pripomba: Za prikolico izstavite nov potni nalog!

879-CLXXXV-2392-97

Ponatis prepovedani!

ALEA® DZS d.d.
ZALOŽNIŠTVO TISKOVIN

Obr. 4,9

PRILOGA 4: PREVOZNICA – DOBAVNICA

 primorje d.d. 5270 ajdovščina, vipavska cesta 3		Vozilo Prikolica polprik.		Inv. št. <table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>									Datum št. <table border="1"> <tr> <td>P</td><td>D</td><td>M</td><td>M</td><td>L</td><td>L</td><td>št.</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>	P	D	M	M	L	L	št.								St. mesto <table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>				
P	D	M	M	L	L	št.																										
Prevoznica - Dobavnica																																
Koristnik _____																																
Voznik		Osebna št.		Tip		Nosilnost		Reg. št.																								
1			Vozilo																													
2			prikol.																													
Datum nadaljevanja vožnje	Čas opravlja				Relacija	Vrsta tovora	Šifra opravlja	Teža tovora / količina	Prevoz		Prazni km	Šifra																				
	od		do						na razdalji	št.		Vrsta obračuna	Normativ																			
	ura	min.	ura	min.																												
OTD		Potni stroški		Dodatek na odd.		Kontrola:		Voznik:		Koristnik:																						
1																																
2							Ocena voznika:		Podpis																							
Opomba:						Obkroži:	SLAB	DOBER	ODLIČEN																							

P2

PRILOGA 5: PREVOZNICA – DOBAVNICA ZA BETON

primorje		PREVOZNICA - DOBAVNICA št.: 002198	
Izstav. mesto:	G230 BETONARNA VRTOJBA	Datum polnjenja:	17.05.2008
Kupec:	B436 NAKUPOVALNI CENTER GORICA	Čas polnjenja:	13:22:13
Gradbišče:	_____	Zap. št. izvoda:	4
Reg. št. vozila:	GO PA 442 MERCEDES MIXER	Inv.št.vozila:	_____
Voznik:	VELIKONJA	Os. šte.:	_____
Št. naročila:	_____	Razdalja km:	_____

Šifra	Material	EM	Količina	Suma kupec	ZAP.ŠT.VOŽ.
003023	V-VD-2-24 Beton: C 25/30 XC4/XD3/PV-I/Dmax16/CI 0,20/S3 Agregat: soški prodec (drobljen in naraven) - drobljenec Laže Cement: cem 11/A-S 42.5R Anhovo Dodatki: DELTA EXTRA TKK SRPENICA		4,000	20,000	3

Proizveden beton je kontroliran po SIST EN 206-1 in skladen s specifikacijo. Certifikacijski organ: IGMAT

Čas prihoda betona na gradbišče:	_____	Čas začetka raztovarjanja:	_____
Čas konca raztovarjanja:	_____	Čas prihoda nazaj na betonarno:	_____
dal: _____	Voznik: _____	Prejel: _____	
Opombe: _____			

primorje

KONTROLNIK NABAVE IN PORABE GORIVA

NAVODILO ZA VODENJE KONTROLNIKA:

Datum:	Datum:	Datum:
St.km števca:	St.km števca:	St.km števca:
Gorivo:	Gorivo:	Gorivo:
Olje ali AdBlue:	Olje ali AdBlue:	Olje ali AdBlue:
Podpis voznika:	Podpis voznika:	Podpis voznika:
Žig in podpis prodajalca:	Žig in podpis prodajalca:	Žig in podpis prodajalca:
Datum:	Datum:	Datum:
St.km števca:	St.km števca:	St.km števca:
Gorivo:	Gorivo:	Gorivo:
Olje ali AdBlue:	Olje ali AdBlue:	Olje ali AdBlue:
Podpis voznika:	Podpis voznika:	Podpis voznika:
Žig in podpis prodajalca:	Žig in podpis prodajalca:	Žig in podpis prodajalca:

PRILOGA 7: KONTROLNA KNJIGA VOZILA

 primorje d.d. 5270 ajdovščina, vipavska cesta 3
Kontrolna knjiga vozila
Matična št.: _____

PRILOGA 8: RECEPTURA BETONA

Receptura št.:	S116	PREDPISAN BETON		Datum: 18.8.2008			
Razred tlač. trdnosti :	C30/37						
Klasifikacija :	XC2; XF1; Cl 0.2; Dmax 22; S3; PV-II			nizkohidratacijski, maloskrčljivi beton za talno ploščo			
Vrsta betona :	MB 37 / 22 nizkohidratacijski beton			Objekt: Salonit Anhovo - silosa za cement; talna plošča			
V/C faktor :	0,52			Izvajalec del: Primorje d.d.			
Količina betona :	1,000	m3	1000	l			
Konsistenca :	S3 (posed 10 - 15 cm)						
Vsebnost por :	-						
Betonarna :	Liebherr, Solkan; Rokava						
Vodovezivni faktor:	0,52						

Vhodne surovine	Proc. %	Masa v kg	Specifična masa v kg/dm3	Volumen v litrih	Sestava za 1,000 m3	Vlaga materiala v %	Teža vlažnega materiala
Vrsta cementa :							
Anhovo CEM V/A (S-P) 32,5N LH		340	2,900	117	340 kg		340 kg
Količina vode		163	1,000	163	163 l		163 l
Dodatki betonu :							
1. TKK, Antikontrakt T	1,80	6,120	0,950	6,44	6,120 kg		6,12 kg
2. TKK, Zeta T	1,800	6,120	1,080	5,67	6,120 kg		6,12 kg
3. TKK, Delta ekstra	0,50	1,700	1,210	1,40	1,70 kg		1,70 kg
<i>~ KONCENTRAT</i>							
Procent por	1,7			17			
Ostali dodatki:							
		0,0	3,100	0,0	0,00 kg	0	0 kg
Agregat :							
		1860		689	1860		
0/4 Črnotiče	52,0	967	2,700	358	967 kg	0	967 kg
4/8 Črnotiče	0,0		2,700		0 kg	0	0 kg
8/16 Črnotiče	24,0	446	2,700	165	446 kg	0	446 kg
16/22 Črnotiče	24,0	446	2,700	165	446 kg	0	446 kg
	0 0,0		2,700		0 kg	0	0 kg
	0 0,0		2,700		0 kg	0	0 kg
Seštevek		2377	kg/m3	1000	l		

Vsebnost delcev < od 0.25: 525 kg/m3 (350 kg/m3 (max. 32 mm), 425 kg/m3 (max. 16 mm), PBAB-87).

Sestavil:
Zdeslav Jamšek, univ.dipl.inž.grad.