

RAZISKOVALNA NALOGA
OSNOVNA ŠOLA VOJNIK

**KORISTNA UPORABA PRALNE VODE IZ BETONARN
KEMIJA**

Mentor: Marko Golež u.d.i.k.i. Avtorici: Lea Vrhovnik in Marja Golež
Lektor: Gregor Palčnik

Vojnik, 2012

KAZALO

POVZETEK	4
SUMMARY	5
TITLE OF RESEARCH PAPER:	5
1 UVOD	3
2 TEORETIČNI DEL	4
2. 1 VODA [1]	4
2. 2 CEMENT	6
2. 3 PESEK APNENEC	7
2. 4 PESEK DOLOMIT	7
2. 5 BETON	8
3 EKSPERIMENTALNI DEL	11
3. 1 LOČEVANJE MULJA, PESKA IN VODE IZ PRALNEVODE [12]	11
3. 2 PRESKUŠANJE SVEŽEGA BETONA – PRESKUS S POSEDOM [13]	11
3. 3 PRESKUŠANJE SVEŽEGA BETONA – GOSTOTA [14]	11
3. 4 MERJENJE TEMPERATURE VZORCEV [15]	11
3. 5 DOLOČITEV VODNO CEMENTNEGA RAZMERJA S SUŠENJEM BETONA V MIKROVALOVNI PEČICI [16]	12
3. 6 DOLOČANJE TLAČNE TRDNOSTI PRESKUŠENCEV [17]	12
4 REZULTATI	12
5 RAZPRAVA	16
6 ZAKLJUČEK	17
7 LITERATURA	19
8 PRILOGE	a

a) Kazalo fotografij

fotografija 1: Bazeni z odpadno pralno vodo- betonarna Nivo	5
fotografija 2: Vzorčenje odpadne pralne vode-betonarna CM Celje	5
fotografija 3: Homogenizator, odžveplevalna naprava, odstranjevalec dušikovih oksidov, rotacijska peč Cementarna Lafarge Trbovlje	6
fotografija 4: Kamnolom Andraž	7
fotografija 5: Separacija peska kamnolom Andraž	8

b) Kazalo tabel

tabela 1: Osnovni podatki o betonu.....	8
tabela 2: Sestava betona iz posameznih surovin	9
tabela 3: Analiza pralne vode.....	12
tabela 4: Analiza mulja iz pralne vode.....	13

d) Kazalo grafov

graf 1: Diagram zrnivosti za beton 0/16 mm, krivulja 1 idealna sestava.....	9
graf 2: Posed (slump) betona v odvisnosti dodatka pralne vode (slurry solids) [10].....	10
graf 3: Tlačna trdnost betona v odvisnosti od vodocementnega faktorja V/C.	10
graf 4: POSED.....	14
graf 5: GOSTOTA SVEŽEGA BETONA	14
graf 6: FAKTOR V/C.....	15
graf 7: TLAČNA TRDNOST.....	15

POVZETEK

NASLOV NALOGE: KORISTNA UPORABA PRALNE VODE IZ

BETONARN

Avtorici: Marja Golež in Lea Vrhovnik

Mentor: Marko Golež u.d.i.k.i.

Lektor: Gregor Palčnik

Šola: Osnovna šola Vojnik

V nalogi smo proučevali možnost ponovne uporabe pralne vode, ki nastaja pri proizvodnji betona. V betonarnah uporabljajo pralno vodo kot dodatek k betonu, vendar rezultati testiranj kažejo na negativen vpliv na kvaliteto betona. Glavni negativni vpliv povzročajo v vodi prisotni majhni delci cementa in peska, ki so v pralni vodi v obliki mulja. S postopkom posedanja in filtriranja smo ločili vodo od mulja. Analize mulja so pokazale, da je primeren kot surovina za proizvodnjo cementa predvsem tisti z višjo vsebnostjo apnenca. Filtrirano vodo smo uporabili za proizvodnjo betona. Negativnih vplivov na kvaliteto betona nismo opazili. S takšnim načinom uporabe pralne vode bi v betonarnah lahko znižali delež cementa, ki ga dodajajo na račun pralne vode, preprečili bi morebitno nekontrolirano odlaganje na deponijah in prehajanje škodljivih snovi v okolje, kar je predvsem problem manjših betonarn, in povečali konkurenčno prednost lokalnih cementarn.

SUMMARY

TITLE OF RESEARCH PAPER:

USAGE OF WASH WATER FROM CONCRETE MIXING PLANTS

Authors: Marja Golež in Lea Vrhovnik

Mentor: Marko Golež u.d.i.k.i.

Proofreader: Gregor Palčnik

School: Osnovna šola Vojnik

This research paper studies the possibility of reuse of wash water generated in the production of concrete. The concrete mixing plants add wash water to concrete, but test results indicate a negative impact on the quality of the concrete. The main negative impact is caused by the small particles of cement and sand, which take on the shape of silt in the wash water. In our research, we separated water from the silt with the process of settling and filtering water. The silt analysis has shown that the most suitable raw material for the cement production is the one with the highest content of lime. Filtered water was used for the production of the concrete. The negative impact on the quality of the concrete was not observed. This way of using wash water in the concrete mixing plants would reduce the proportion of cement, which is added at the expense of wash water.

This way we could also prevent any possible uncontrolled disposals to landfills and the absorption of harmful substances into the environment, which is primarily a problem of the small concrete mixing plants.

This way we could also increase the competitive advantage of the local cement companies which would process the silt.

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujemo mentorju Marku Goležu za podporo, potrpežljivost, spodbudo, prijaznost, vztrajnost, čas, kemijsko znanje, lepe trenutke, spoznanja ...

Lepo se zahvaljujemo tudi lektorju Gregorju Palčniku za njegov čas, potrpežljivost, delo in voljo pri popravljanju naših pravopisnih napak.

Zahvala gre tudi računalnikarju Juriju Uraniču, ki nam je pomagal pri grafih, preglednicah ...

Lepo se zahvaljujeva Teji Stepišnik, ki nama je prevedla povzetek v angleščino.

Zahvaljujemo se podjetjem NIVO beton d.o.o., Betonarni CM Celje, GRADNJE MARGUČ ALEKSANDER MARGUČ S.P. Betonarna, Cementarni LAFARGE Trbovlje in KAMNOLOMU ANDRAŽ.

1 UVOD

Namen naloge je bil, da bi odpadno pralno vodo, ki nastane pri proizvodnji betona, ločili tako, da bi jo lahko ponovno uporabili brez negativnega vpliva na kvaliteto za proizvodnjo betona. Mulj bi uporabili kot surovino pri proizvodnji cementa.

HIPOTEZE

- H1: pralno vodo iz betonarn bi ločili na mulj in filtrirano pralno vodo.
- H2: mulj bi lahko uporabili pri proizvodnji cementa.
- H3: v betonarnah bi lahko uporabili odpadno filtrirano vodo za proizvodnjo betona.
- H4: s ponovno uporabo odpadne filtrirane pralne vode bi preprečili nekontrolirano prehajanje pralne vode v okolje.
- H5: s ponovno uporabo mulja v cementarnah bi preprečili nekontrolirano prehajanje finih delcev cementa in peska v okolje.

2 TEORETIČNI DEL

2.1 VODA [1]

Kakovost vode za pripravo betona lahko vpliva na čas vezanja, razvoj trdnosti betona ter na zaščito armature proti koroziji. Kadar se ocenjuje voda za pripravo betona neznane kakovosti, je treba upoštevati dvoje: sestavo vode in namen uporabe proizvedenega betona. Na splošno velja, da je primernost vode za pripravo betona odvisna od njenega izvora. Poznamo več vrst voda.

-Pitna voda Ta voda velja kot primerna za uporabo v betonu. Te vode ni treba preskušati.

-Voda, pridobljena iz procesov v industriji betona

Ta voda je običajno primerna za uporabo v betonu, mora pa ustrezati predpisanim zahtevam.

-Naravna površinska voda in industrijska odpadna voda

Ta voda je lahko primerna za uporabo v betonu, vendar mora biti preskušena.

-Podtalnica

Ta voda je lahko primerna za uporabo v betonu, vendar mora biti preskušena.

-Morska voda ali manj slana voda

Ta voda se lahko uporablja za beton brez vgrajene armature ali druge vgrajene kovine, ni pa primerna za pripravo armiranega ali prednapetega betona.

Za uporabnost te vode v betonu z jekleno armaturo ali drugo vgrajeno kovino je odločilno merilo dovoljena skupna količina klorida v betonu.



fotografija 1: Bazen z odpadno pralno vodo- betonarna Nivo (foto: Lea Vrhovnik, Marja Golež)



fotografija 2: Vzorčenje odpadne pralne vode-betonarna CM Celje (foto: Lea Vrhovnik, Marja Golež)

2.2 CEMENT

Cement je hidravlično vezivo, ki se po hidrataciji (reakciji z vodo) strdi in veže. Ob tem iz cementne paste nastane trd cementni kamen, ki prenaša visoke tlačne obremenitve in je zato zelo primeren gradbeni material.

Najpomembnejši področji uporabe cementa sta proizvodnja malte in proizvodnja betona, kjer je uporabljen kot lepilo naravnih ali umetnih agregatov, ki skupaj ustvarijo močan gradbeni material. [2]

Portlandski cement je zmes cementnega klinkerja in dodatkov. Cementni klinker proizvajajo v rotacijskih pečeh pri visoki temperaturi 1450°C [3] iz zmesi laporja (alumosilikatna komponenta) in apnenca (apnena komponenta), ki ju predhodno pomešajo v homogeno zmes v predpisanem razmerju. Masno razmerje CaO/SiO_2 ne sme biti manjše od 2, masni delež MgO ne sme biti višji od 5%. [4] Cement pridobijo z mletjem cementnega klinkerja in dodatkov (sadre, pucolanov, elektrofilterskega pepela, žganega skrilavca ...), po mletju ga skladiščijo v silosih ali vrečah.



fotografija 3: Homogenizator, odžveplevalna naprava, odstranjevalec dušikovih oksidov, rotacijska peč Cementarna Lafarge Trbovlje (foto: Lea Vrhovnik, Marja Golež)

Primer ponovne uporabe hidratiziranega cementa . LaFarge UK Reciklaža 70 ton cementa, zbirali so vreče, ki jim je potekel rok uporabe. S predelavo so zmanjšali potrebo po novih surovinah.[5]

2.3 PESEK APNENEC

Apnenec je sedimentnakamnina, ki jo sestavlja pretežno kalcijev karbonat (CaCO_3) v obliki mineralakalcita in aragonita ter dolomit ($\text{Ca Mg}(\text{CO}_3)_2$).[6]



fotografija 4: Kamnolom Andraž (foto: Lea Vrhovnik, Marja Golež)

2. 4 PESEK DOLOMIT

Dolomit je ime amorfne sedimentne karbonatne kamnine in kristaliničnegaminerala. Oba sta sestavljena iz kalcijevegamagnezijevegakarbonata $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Kemično čist dolomit vsebuje 30,41 % CaO , 21,86 % MgO in 47,73 % CO_2 . Kamnina dolomit je sestavljena večinoma iz minerala dolomita. Dolomitni apnenec je kamnina, v kateri je apnenec delno zamenjan z dolomitom. [7]

Agregat iz apnenca in dolomita pridobivajo v kamnolomih z miniranjem, drobljenjem in mletjem. Skladiščijo ga na deponiji za agregat. Za proizvodnjo betona uporabljamo različne frakcije peska glede na velikost zrna (0–4 mm, 4–8 mm, 8–16 mm, 16–32 mm). Delež posamezne frakcije peska v betonu določimo na osnovi sejalnih analiz posameznih frakcij.



fotografija 5: Separacija peska kamnolom Andraž (foto: Lea Vrhovnik, Marja Golež)

2.5 BETON

Beton je eden temeljnih materialov v gradbeništvu, sestavljen je iz mešanice gramoza in vode ter cementa, ki deluje kot vezivo. Ko se beton posuši, doseže visokotrdnost in trdoto. Ima zelo dobre tlačne lastnosti in precej slabše nateznelastnosti. Z dodatkom železne armature dobimo armirani beton, ki se v gradbeništvu veliko uporablja, saj armatura prevzame natezne napetosti.[8]

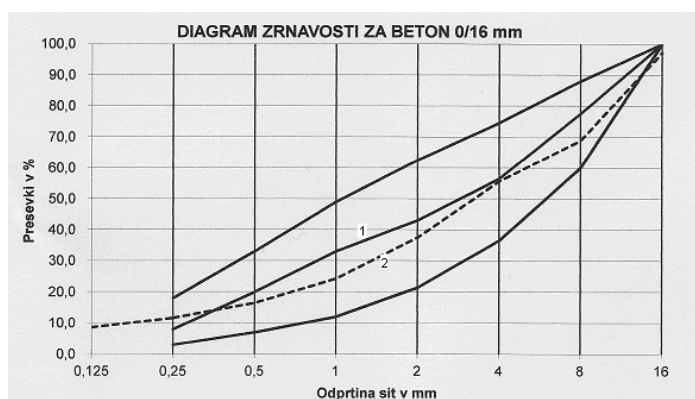
Beton se proizvaja v betonarnah po predpisani recepturi, ki se sestavi na podlagi predhodnih testiranj. Primer recepture za izdelavo betona, ki ga lahko črpamo s črpalko za beton:

tabela 1: Osnovni podatki o betonu

Receptura št.:	TEST
Vrsta betona :	C25/30; XC3; XD1; Cl-0,2; Dmax 16; S3; PV-I
Marka betona :	30/(0–16)č
Vodocementni faktor :	0,55
Količina betona :	1,000m ³
Konsistenca :	posed 100–150 mm

tabela 2: Sestava betona iz posameznih surovin

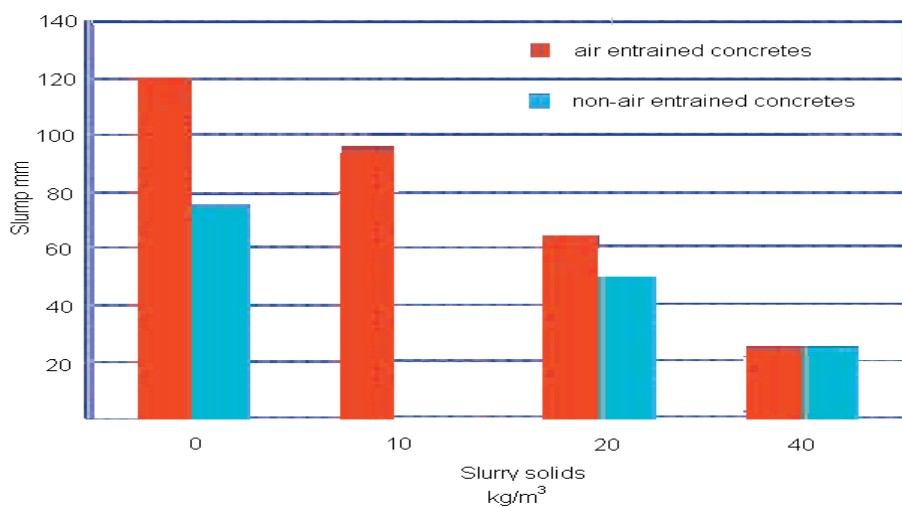
CEM II/B-S 42,5 N	Proc.	Masa	Specifična	Volumen	Sestava za	Vlaga	Teža vlažnega
	%	v kg	masa v kg/dm ³	v litrih	1,000	m ³	materiala v %
Vrsta cementa :							
CEM II/B-S 42,5 N		310	3,100	100,0	310,00	kg	310 kg
Količina vode							
		169	1,000	169,4	169,35	1	169 1
Dodatki betonu :							
1. PLASTIFIKATOR	0,40	1,24	1,080	1,1	1,24	kg	1,240 kg
2.	0,00	0,000	1,030	0,0	0,00	kg	0,000 kg
3.	0,0	0,0	1,100	0,0	0,00	1	0,00 1
Procent por							
	1,0			10,0			
Ostali dodatki:							
EPF		50,0	2,720	18,4	50	kg	0,0 50 kg
Agregat :							
		1897		701,1	1897		
Mivka							
	0,0	0	2,730		0	kg	0,0 0 kg
0/4 AGREGAT	57,5	1088	2,700	403,1	1088	kg	0,9 1098 kg
4/8 AGREGAT	11,0	210	2,721	77,1	210	kg	0,7 211 kg
8/16 AGREGAT	31,5	599	2,710	220,9	599	kg	0,4 601 kg
16/32 AGREGAT	0,0		2,720		0	kg	0,2 0 kg
	0,0		2,700		0	kg	0,0 0 kg
Seštevek							
		2427	kg/m ³	1000	1		



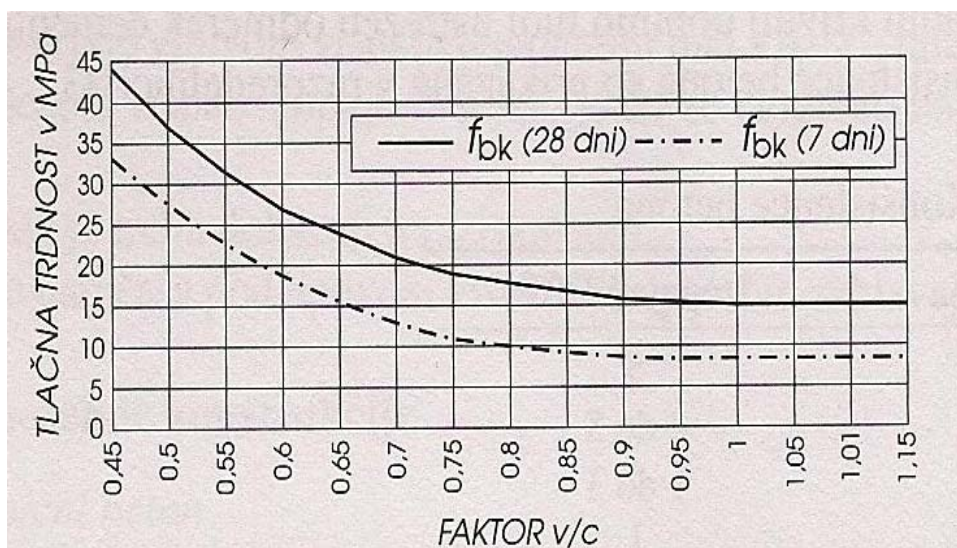
graf 1: Diagram zrnivosti za beton 0/16 mm, krivulja 1 idealna sestava, krivulja 2 dejanska sestava. S spreminjanjem deleža posameznih frakcij peska v recepturi se skušamo približati idealni sestavi.

Kriteriji za spremljanje kvalitete betona so: spremljanje poseda, gostota svežega betona, vodno/cementni faktor, temperatura in tlačna trdnost otrdelega betona. Zaradi uporabe pralne vode prihaja do odstopanja od kvalitete. Spodnji diagram prikazuje spreminjanje

poseda v odvisnosti od deleža dodane pralne vode. Logična posledica korekcije poseda vodi k padcu tlačne trdnosti. [9]



graf 2: Posed (slump) betona v odvisnosti dodatka pralne vode (slurrysolids)[10]



graf 3: Tlačna trdnost betona v odvisnosti od vodocementnega faktorja V/C. Padec trdnosti zaradi dodajanja vode. [11]

3 EKSPERIMENTALNI DEL

3.1 LOČEVANJE MULJA, PESKA IN VODE IZ PRALNEVODE [12]

POSTOPEK

Iz zbirnega bazena z vedrom zajamemo pribl. 5 l pralne vode in jo presejemo skozi 0,25mm sito. Ostanek na situ zavržemo, filtrat uporabimo za nadaljnji postopek ločevanja. Filtrat dobro premešamo in ga prelijemo v merilno bučko, ki smo jo predhodno stehtali. Gostota je kvocient med maso filtrata (kg) in volumnom bučke (dm^3). Za določitev kemijske sestave mulja filtrat prefiltriramo skozi filter papir. Filtrat je prefiltrirana pralna voda. Ostanek na filtru posušimo in zdrobimo v tarilnici in služi kot surovina za proizvodnjo cementa. Kemijska sestava se določi z rentgenskim analizatorjem.

3.2 PRESKUŠANJE SVEŽEGA BETONA – PRESKUS S POSEDOM [13]

POSTOPEK Kalup in osnovno ploščo navlažimo. Kalup postavimo na vodoravno osnovno ploščo. Stopimo na pločevinasta ušesa, tako da se kalup popolnoma prilega plošči. Kalup polnimo v treh slojih tako, da vsak sloj po zgoščevanju zavzame približno tretjino višine kalupa. Vsak sloj je treba zgostiti s 25 udarci zgoščevalne palice. Ko je vrhnji sloj zgoščen, je treba površino betona izravnati, tako da po njej vodimo zgoščevalno palico s kretnjami žaganja ali valjanja. Kalup pazljivo dvignemo v navpični smeri, izmerimo in zabeležimo posed (h), tako da določimo razliko med višino kalupa in višino najvišje točke posedenega preizkušanca.

3.3 PRESKUŠANJE SVEŽEGA BETONA – GOSTOTA [14]

POSTOPEK Kalup za izdelavo preskušancev stehtamo in ga napolnimo s prebitkom betona. Beton previdno zgostimo, da ne pride do segregacije ali iztekanja cementnega mleka. Po zgoščevanju površino poravnamo. Stehtamo maso polne posode. Volumen posode je enak volumnu kocke z robom 15 cm. Gostoto svežega betona izračunamo kot kvocient med razlikama mas in volumnom posode. Izračun vpišemo v delovni list.

3.4 MERJENJE TEMPERATURE VZORCEV [15]

POSTOPEK

Pred začetkom merjenja vzorec premešamo. Vključimo termometer in potisnemo tipalo v vzorec. Odčitamo temperaturo na 0,1 °C natančno in vrednost odčitka vpišemo v delovni list.

3.5 DOLOČITEV VODNO CEMENTNEGA RAZMERJA S SUŠENJEM BETONA V MIKROVALOVNI PEČICI [16]

POSTOPEK

Prazen pladenj položimo na tehtnico in ga stehtamo. Težo (m_p) vpišemo v delovni list. Tehtnico skupaj s pladnjem tariramo in na pladenj odtehtamo 2000 g svežega premešanega betona (M_{bs}). Pladenj z betonom postavimo v mikrovalovno pečico in vzorec grejemo 20 minut in še enkrat 10 minut. Stehtamo maso in jo vpišemo v obrazec (M_{bp}).

3.6 DOLOČANJE TLAČNE TRDNOSTI PRESKUŠENCEV[17]

POSTOPEK Preskušance po negi v vodi dobro obrišemo in očistimo morebitnih nečistoč. Stehtamo kocko in vpišemo podatek. Na stiskalnici odpremo zaščitna vratca in položimo preskušanec pravokotno na smer izdelave v stiskalnico in pričnemo s postopkom stiskanja. Ko se kocka zdrobi, odčitamo silo (kN) in tlačno trdnost (MPa) in podatek vpišemo v obrazec.

4 REZULTATI

tabela 3: Analiza pralne vode

Pralna voda	datum vzorčenja	datum analize	izgled	gostota [kg/l]	masa trdne snovi [kg/l]
vzorec 1	9.12.2011	9.12.2011	motna sivorjava	1,13	0,248
vzorec 2	9.12.2011	9.12.2011	motna sivkasta	1,1	0,191
filtrat					
vzorec 1	9.12.2011	9.12.2011	prozorna rumenkasta	1,01	-
vzorec 2	9.12.2011	9.12.2011	prozorna rumenkasta	1,01	-

tabela 4: Analiza mulja iz pralne vode

mulj	dat.vzorč.	dat.anal.	kemijska sestava [%]	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O
vzorec 1	9.12.2011	*	cement+dolomit	13,5	4,43	2,9	42,89	8,14	1,39	0,51	0,31
vzorec 2	9.12.2011	*	cement+apnenec	13,6	4,53	2,86	51,27	1,1	1,47	0,53	0,28
referenca	ni podatka	*	redna surovina za proizvodnjo cementa	13,4	3,31	1,62	42,59	1,95	1,21	0,59	0,25

* Kemijska analiza je bila narejena v LafargeCementana Trbovlje.

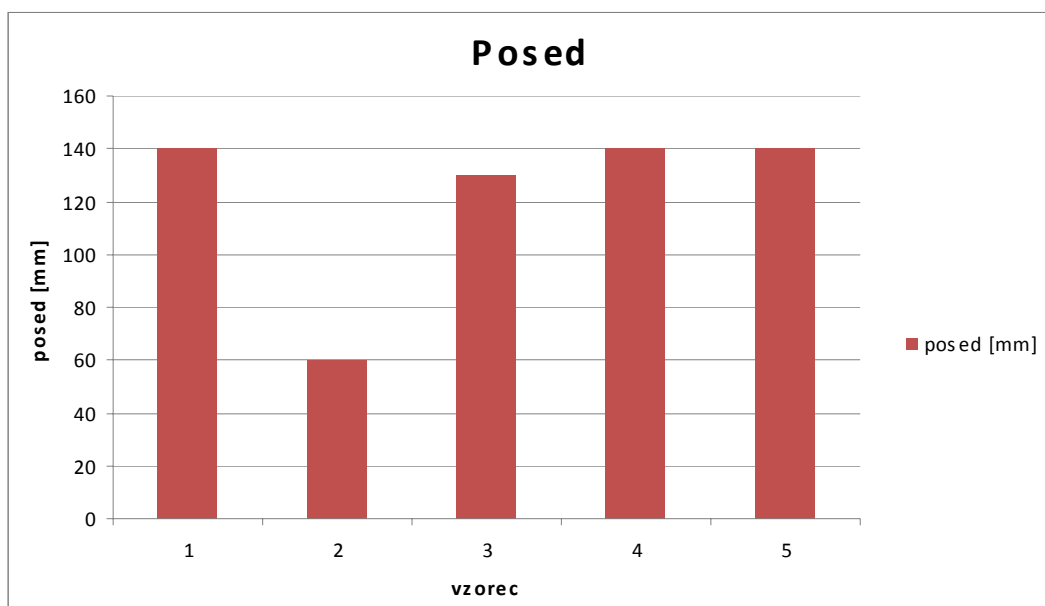
Prvi vzorec je receptura brez dodane pralne vode.

Drugi vzorec je receptura z 10% dodane pralne vode.

Tretji vzorec je receptura z 10% dodane pralne vode, podvojeno količino plastifikatorja in dodano vodo skupaj 200 l/m³ betona.

Četrty vzorec je receptura z 10% dodane filtrirane pralne vode in je izdelan iz peskaapnenca.

Peti vzorec je receptura z 10% dodane prefiltrirane pralne vode in je izdelan iz peska dolomita.

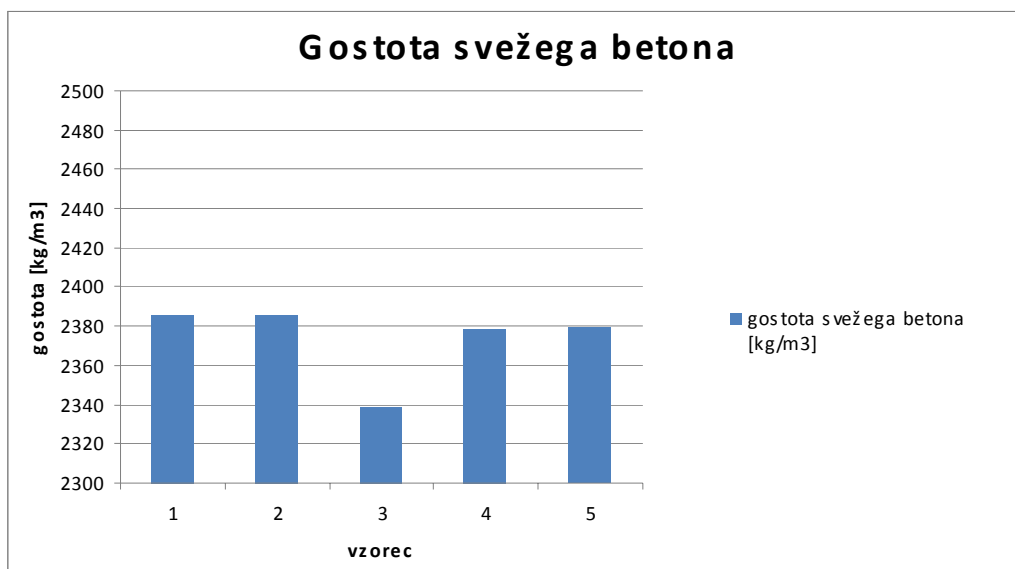


graf 4: POSED

Stožec za merjenje poseda:

Merimo, za koliko centimetrov se posede vrh stožca po odstranitvi kalupa.

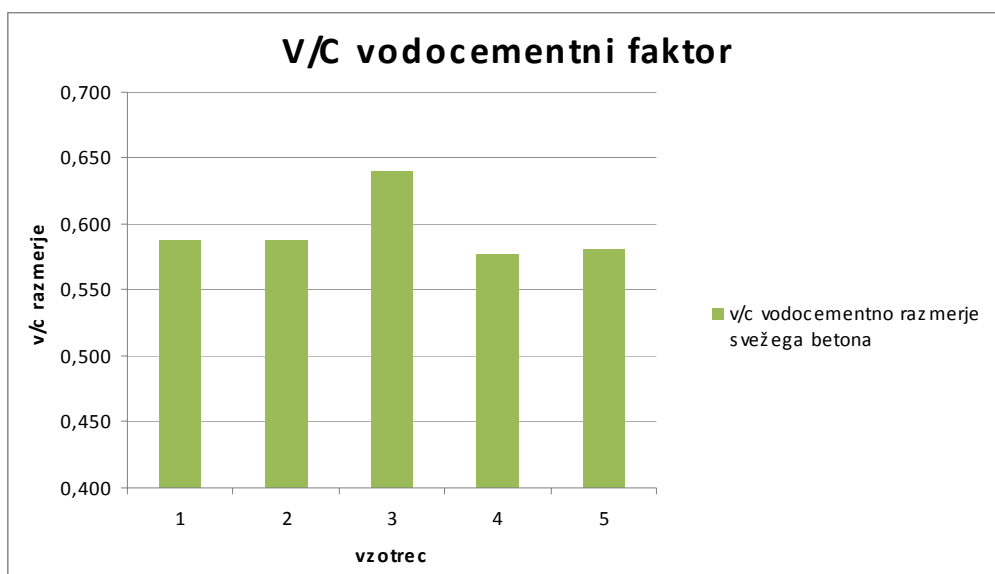
Merjenje poseda kaže na izrazit padec vrednosti pri uporabi nefiltrirane odpadne vode (vzorec št. 2).



graf 5: GOSTOTA SVEŽEGA BETONA

Gostota je kvocient med maso betona in volumnom betona.

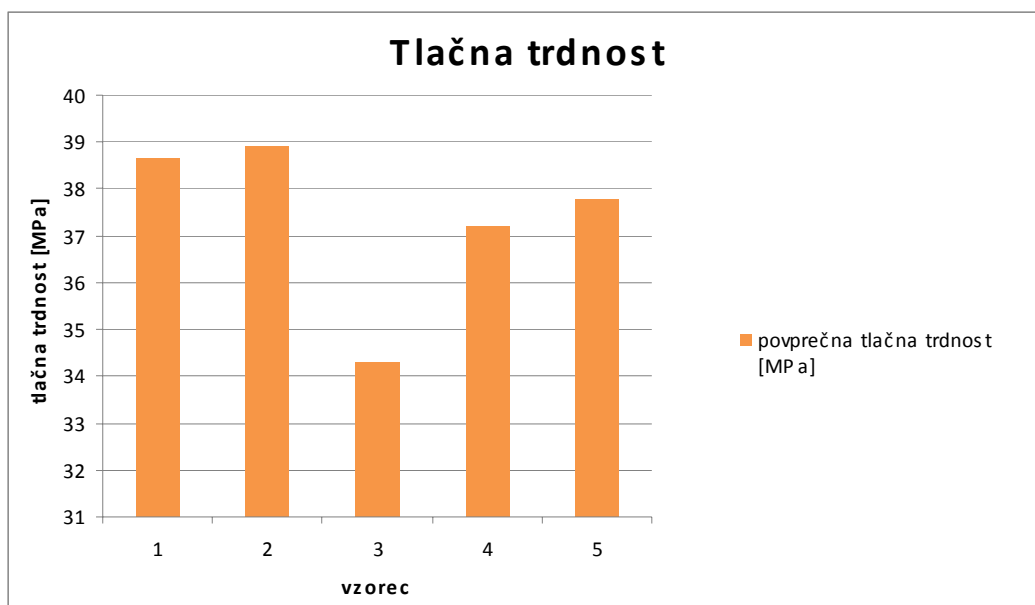
Izrazit padec gostote vzorca št. 3 je posledica močne razredčitve vzorca za doseganje poseda.



graf 6: FAKTOR V/C

Vodocementni faktor Po sušenju betona v mikrovalovni pečici se določi masa suhega betona, ta služi za izračun vodocementnega faktorja.

Izrazit porast vodo-cementnega faktorja vzorca št. 3 je posledica močne razredčitve vzorca za doseganje poseda.



graf 7: TLAČNA TRDNOST

V hidravlični stiskalnici se izmeri sila, ki je potrebna, da se betonska kocka zdrobi. Iz podatka o sili potrebni za porušitev izračunamo tlačno trdnost betona.

Izrazit padec tlačne trdnosti vzorca št. 3 je posledica močne razredčitve vzorca za doseganje poseda.

5 RAZPRAVA

Rezultati testov potrjujejo rezultate drugih avtorjev, da ima odpadna pralna voda negativen učinek na kvaliteto betonov. Zamenjava vode za mešanje z 10 % pralne vode (vzorec 2) je povzročila znižanje poseda s 140 na 60 mm, kar je za predpisano kvaliteto betona nesprejemljivo. Korekcija poseda z dodatkom vode (vzorec 3) je znižala gostoto betona z 2386 kg/m^3 na 2339 kg/m^3 , povečala vodo/cementni faktor z 0,57 na 0,64 in znižala tlačno trdnost z 38,7MPa na 34,2MPa. Pri uporabi prefiltrirane pralne vode (vzorec 4 in 5) ni bilo opaziti bistvenih odstopanj od kvalitete betona.

Kemijska analiza posušenega mulja je pokazala, da bi lahko del surovin za proizvodnjo cementa zamenjali z muljem iz betonarn. Boljši je mulj na osnovi apnenca, ker vsebuje nižje vsebnosti magnezijevih spojin, ki v cementu niso zaželene, saj tvorijo vodotopne spojine.

6 ZAKLJUČEK

V betonarnah pri proizvodnji betona, pri pranju mešalcev in mešalcev za transport betona dnevno nastane odpadna pralna voda. Groba ocena količina odpadne pralne vode znaša pribl. 20–30 l/m³ betona.

Pralno vodo skušajo ponovno uporabiti za proizvodnjo betona. Problem uporabe pralne vode je predvsem v manjših betonarnah. Ne glede na velikost betonarne ima uporaba te vode negativen vpliv na kvaliteto betona, predvsem na posed, ki je eden od parametrov za spremljanje kvalitete.

Za korekcijo vrednosti poseda je potreben dodatek vode, ki negativno vpliva na gostoto betona, predvsem je pomemben negativen vpliv na trdnost betona. Za povečanje trdnosti je potrebno dodajanje cementa, kar dodatno zmanjšuje konkurenčnost betonarn. Manjše betonarne proizvajajo več odpadne vode, ker ne obratujejo kontinuirano, zato je pranje pogostejše kot pri večjih betonarnah. Poleg tega težje porabijo pralno vodo, ker se proizvodnja neprestano prilagaja naročilom. Zato obstaja velika verjetnost, da neporabljena pralna voda konča na odlagališčih gradbenih odpadkov kot otrdeli beton in se naprej proda kot poceni gradbeni material za nasip.

Otrdeli beton je zaradi visoke vsebnosti vode pri pripravi zelo slabe kvalitete in je na deponiji izpostavljen razpadanju. Nastajajo prašni delci, ki onesnažujejo ozračje in zemlino.

Tekoči del pralne vode pri odlaganju prehaja v vodotoke in jih kontaminira. Eden od problemov je visokavrednost pH odloženega materiala. Nevtralizacija močno bazičnih odpadkov je zelo počasna in obremenjujoča za okolje.

Namen te naloge je tudi ozaveščanje tistih, ki lahko vplivajo na nekontrolirano odlaganje pralne vode.

Rešitev, ki jo ponujamo, je na prvi pogled draga in neizvedljiva, podrobnejša analiza pa pokaže prednosti uporabe. Z ločevanjem mulja iz pralne vode s posedanjem delcev ali filtriranjem pridobimo dve zelo koristni surovini: prefiltrirano bistro vodo, ki jo lahko

uporabimo za pripravo betona tudi v večji količini brez negativnih vplivov na kvaliteto tako proizvedenega betona, in mulj, ki je bogat s hidratiziranim cementom in je surovina za proizvodnjo cementa.

Z reciklažo mulja v cementarnah bi se znižali stroški za izkopavanje, drobljenje in mletje laporja in apnenca, ki sta surovini za proizvodnjo cementa. Pojavili bi se novi stroški za prevoz mulja do cementarn. Zaradi bližine bi tako imele domače cementarne konkurenčno prednost pred tujimi, prispevale bi k čistejšemu okolju in zaposlovale lokalno prebivalstvo.

7 LITERATURA

Knjižni viri:

3. W. Schröter.1993. *Kemija splošni priročnik*.1.izdaja.Ljubljana: TZS. Stran 363.
4. Vuk T., Pešič T., Rešič L., Strupi Šuput J. *Nova spoznanja pri proizvodnji in uporabi betonskih mešanic*.DRC. Stran 9.
11. 2008. *Gradbeniški priročnik četrta dopolnjena in posodobljena izdaja*. Ljubljana: TZS. Stran 206.

Internetni viri:

2. <http://sl.wikipedia.org/wiki/Cement>. [Citirano 14. 01.2012, 16.46].
5. http://http://www.lafarge.com/wps/portal/2_4_4_1-EnDet?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connect/Lafarge.com/AllCS/Env/NR/CaseStudy17122010/CSEN&xtmc=biodiversity&xter=269. [Citirano 13. 02.2012, 19.00].
6. <http://sl.wikipedia.org/wiki/Apnenec>. [Citirano 14. 01.2012, 16.47].
7. <http://sl.wikipedia.org/wiki/Dolomit>. [Citirano 24. 01.2012, 17.39].
8. <http://sl.wikipedia.org/wiki/Beton> [Citirano 14. 01. 2012, 16.40].
9. LOBO, Colin. RecycledWaterfeature in ReadyMixedConcreteOperations. [Online.] SilverSprings: NRMCA. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.nrmca.org/research/33%20CIF%2003-1%20wash%20water.pdf>. [Citirano 14. 01. 2012, 20.00]
10. LOBO, Colin. Slumpofairetrainedandnon-airetrainedconcretes. [Online]. [Citirano 14. 01. 2012, 20.00]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.nrmca.org/research/33%20CIF%2003-1%20wash%20water.pdf>.

Standardi:

1. SIST EN 1008:2003, str. 3
12. SIST EN 1008:2003; Voda za pripravo betona
13. SIST EN 12350-2:2009; Preskušanje svežega betona -2.del:Preskus s posedom.
14. SIST EN 12350-6:2001; Preskušanje svežega betona -6.del:Gostota.
15. SIST EN 1026-točka 5.2.8:2008; Merjenje temperature vzorcev.
- 16.SIST EN 1026-dodatek 3:2008; Določitev vodno cementnega razmerja v/c s sušenjem betona v mikrovalovni pečici.
17. SIST EN 12390-3:2009; Določanje tlačne trdnosti preskušancev.

8 PRILOGE

8.1 ANALIZE VZORCEV BETONA

tabela 5: Preskušanje betona

Vzorec 1.

PREISKUŠANJE SVEŽEGA BETONA

SIST EN 12350-1:2009 VZORČENJE

receptura: R C25/30; XC3; XD1; CI-0,20; Dmax 16; S3; PV-I

vzorčevalec:	
zap .št. vzorca	1
mesto odvzema: betonarna OCMER	x
drugo:.....	
datum odvzema:	2.12.2011
čas odvzema:	13:00
temperatura vzorca [°C]	9
tip vzorčenja: točkovni /sestavljani	točkovni

pripombe: Receptura brez dodane pralne vode

SIST EN 12350-2:2009 PRESKUS S POSEDOM STOŽCA

vrsta poseda:

- pravilni	x
- strižni	
posed [mm]	140

pripombe:

SIST EN 12350-6:2009 GOSTOTA;

masa svežega betona [g]	8053
gostota svežega betona [kg/m ³]	2386

pripombe:

SIST EN 12350-7:2009 VSEBNOST ZRAKA (Porozimeterska metoda)

vsebnost zračnih por [%]	
--------------------------	--

pripombe:

SIST 1026:2008 dodatek 3; Preskusna metoda za določanje razmerja v/c svežega betona

čas začetka sušenja v mikrovalovni pečici	13:30
Mbs masa vzorca za sušenje v mikrovalovni pečici [g]	2000
Mbp masa suhega vzorca po sušenju v mikrovalovni pečici [g]	1821
v masni delež celotne vode v betonu [m/m %]	8,95
r prostorninska masa svežega betona [kg/m ³]	2386
V celotna količina vode v 1 m ³ vgrajenega svežega betona [kg/m ³]	214
Vwa količina vode, ki jo vpije agregat v 1 m ³ vgrajenega svežega betona [kg/m ³]	24,4
Vef efektivna vsebnost vode v 1 m ³ vgrajenega svežega betona [kg/m ³]	189

cement [kg]	310
količina pepela	50
k*količina pepela (k = 0,4)	20
DV količina veziva v 1 m ³ vgrajenega svežega betona	330
v/c vodocementno razmerje svežega betona	0,57

PRESKUŠANJE STRJENEGA BETONA

SIST EN 12390-2: 2009 IZDELAVA IN NEGA VZORCEV

- metoda zgoščanja:

vibracijska miza	x
vibracijska igla	
ročno: št. udarcev	

- pogoji nege vzorcev:

staranje svežega betona:

temperatura [°C]	19,5
vlaga [%]	50
datum razkalupljenja:	3.12.2011

staranje strjeni beton:

temperatura v kadi [°C]	20
vlaga [%]	100

pripombe:

SIST EN 12390-3:2009 TLAČNA TRDNOST PRESKUŠANCEV

	zap.št.	teža [g]	gostota [kg/m ³]	sila [kN]	trdnost [MPa]	tip porušitve
dimenzije vzorca [mm] = 150x150x150	1	8113	2404	864,2	38,4	o
datum preizkusa: 30.12.2011	2	8061	2388	874,6	38,9	o

pripombe: o-pravilna

x-nepravilna

Vzorec 2.

PREISKUŠANJE SVEŽEGA BETONA

SIST EN 12350-1:2009 VZORČENJE

receptura: R C25/30; XC3; XD1;Cl-0,20; Dmax 16; S3; PV-I

vzorčevalec:	
zap .št. vzorca	2

mesto odvzema: betonarna OCMER	x
drugo:.....	
datum odvzema:	2.12.2011
čas odvzema:	13:15
temperatura vzorca [°C]	9
tip vzorčenja: točkovni /sestavljani	točkovni

pripombe: Pralna voda 10%

SIST EN 12350-2:2009 PRESKUS S POSEDOM STOŽCA

vrsta poseda:

- pravilni	x
- strižni	
posed [mm]	60

pripombe:

SIST EN 12350-6:2009 GOSTOTA;

masa svežega betona [g]	8162
gostota svežega betona [kg/m ³]	2418

pripombe:

SIST EN 12350-7:2009 VSEBNOST ZRAKA (Porozimeterska metoda)

vsebnost zračnih por [%]	
--------------------------	--

pripombe:

SIST 1026:2008 dodatek 3; Preskusna metoda za določanje v/c razmerja svežega betona

čas začetka sušenja v mikrovalovni pečici	13:45
Mbs masa vzorca za sušenje v mikrovalovni pečici [g]	2000
Mbp masa suhega vzorca po sušenju v mikrovalovni pečici [g]	1824
v masni delež celotne vode v betonu [m/m %]	8,8
r prostorninska masa svežega betona [kg/m ³]	2418
V celotna količina vode v 1 m ³ vgrajenega svežega betona [kg/m ³]	213
Vwa količina vode ki jo vpije agregat v 1 m ³ vgrajenega svežega betona [kg/m ³]	24,4
Vef efektivna vsebnost vode v 1 m ³ vgrajenega svežega betona [kg/m ³]	188
cement [kg]	310
količina pepela	50
k*količina pepela (k = 0,4)	20
DV količina veziva v 1 m ³ vgrajenega svežega betona	330
v/c vodocementno razmerje svežega betona	0,57

PRESKUŠANJE STRJENEGA BETONA
 SIST EN 12390-2: 2009 IZDELAVA IN NEGA VZORCEV
 - metoda zgoščanja:

vibracijska miza	x
vibracijska igla	
ročno: št. udarcev	

- pogoji nege vzorcev:
 staranje svežega betona:

temperatura [°C]	19,5
vlaga [%]	50
datum razkalupljenja:	3.12.2011

stiranje strjeni beton:

temperatura v kadi [°C]	20
vlaga [%]	100

pripombe:

SIST EN 12390-3:2009 TLAČNA TRDNOST PRESKUŠANCEV

	zap.št.	teža [g]	gostota [kg/m ³]	sila [kN]	trdnost [MPa]	tip porušitve
dimenzije vzorca [mm] = 150x150x150	1	8099	2400	876,9	39,0	o
datum preizkusa: 30.12.2011	2	8081	2394	873,5	38,8	o

pripombe: o-pravilna
 x-nepravilna

Vzorec 3.

PREISKUŠANJE SVEŽEGA BETONA
 SIST EN 12350-1:2009 VZORČENJE
 receptura: R C25/30; XC3; XD1;CI-0,20; Dmax 16; S3; PV-I

vzorčevalec:	
zap .št. vzorca	3
mesto odvzema: betonarna OCMER	x
drugo:.....	
datum odvzema:	2.12.2011
čas odvzema:	13:30
temperatura vzorca [°C]	9
tip vzorčenja: točkovni /sestavljani	točkovni

pripombe: Pralna voda 10 %, plastifikator x 2, dodana voda

SIST EN 12350-2:2009 PRESKUS S POSEDOM STOŽCA

vrsta poseda:

- pravilni	x
- strižni	
posed [mm]	130

pripombe:

SIST EN 12350-6:2009 GOSTOTA;

masa svežega betona [g]	7894
gostota svežega betona [kg/m ³]	2339

pripombe:

SIST EN 12350-7:2009 VSEBNOST ZRAKA (Porozimeterska metoda)

vsebnost zračnih por [%]	
--------------------------	--

pripombe:

SIST 1026:2008 dodatek 3; Preskusna metoda za določanje v/c razmerja svežega betona

čas začetka sušenja v mikrovalovni pečici	14:00
Mbs masa vzorca za sušenje v mikrovalovni pečici [g]	2000
Mbp masa suhega vzorca po sušenju v mikrovalovni pečici [g]	1798
v masni delež celotne vode v betonu [m/m %]	10,1
r prostorninska masa svežega betona [kg/m ³]	2339
V celotna količina vode v 1 m ³ vgrajenega svežega betona [kg/m ³]	236
Vwa količina vode ki jo vpije agregat v 1 m ³ vgrajenega svežega betona [kg/m ³]	25,0
Vef efektivna vsebnost vode v 1 m ³ vgrajenega svežega betona [kg/m ³]	211
cement [kg]	310
količina pepela	50
k*količina pepela (k = 0,4)	20
DV količina veziva v 1 m ³ vgrajenega svežega betona	330
v/c vodocementno razmerje svežega betona	0,64

PRESKUŠANJE STRJENEGA BETONA

SIST EN 12390-2: 2009 IZDELAVA IN NEGA VZORCEV

- metoda zgoščanja:

vibracijska miza	x
vibracijska igla	
ročno: št. udarcev	

- pogoji nege vzorcev:

staranje svežega betona:

temperatura [°C]	19,5
------------------	------

vlaga [%]	50
datum razkalupljenja:	3.12.2011

staranje strjeni beton:

temperatura v kadi [°C]	20
vlaga [%]	100

pripombe:

SIST EN 12390-3:2009 TLAČNA TRDNOST PRESKUŠANCEV

	zap.št.	teža [g]	gostota [kg/m ³]	sila [kN]	trdnost [MPa]	tip porušitve
dimenzije vzorca [mm] = 150x150x150	1	7904	2342	769,5	34,2	o
datum preizkusa:	2	7924	2348	773,1	34,4	o
30.12.2011						

pripombe: o-pravilna

x-nepravilna

Vzorec 4.

PREISKUŠANJE SVEŽEGA BETONA

SIST EN 12350-1:2009 VZORČENJE

receptura: R C25/30; XC3; XD1;Cl-0,20; Dmax 16; S3; PV-I

vzorčevalec:	
zap .št. vzorca	4
mesto odvzema: betonarna OCMER	x
drugo:.....	
datum odvzema:	9.12.2011
čas odvzema:	14:15
temperatura vzorca [°C]	9
tip vzorčenja: točkovni /sestavljani	točkovni

pripombe: Filtrirana pralna voda 10 %, pesek apnenec

SIST EN 12350-2:2009 PRESKUS S POSEDOM STOŽCA

vrsta poseda:

- pravilni	x
- strižni	
posed [mm]	140

pripombe:

SIST EN 12350-6:2009 GOSTOTA;

masa svežega betona [g]	8027
gostota svežega betona [kg/m ³]	2378

pripombe:

SIST EN 12350-7:2009 VSEBNOST ZRAKA (Porozimeterska metoda)

vsebnost zračnih por [%]	
--------------------------	--

pripombe:

SIST 1026:2008 dodatek 3; Preskusna metoda za določanje v/c razmerja svežega betona

čas začetka sušenja v mikrovalovni pečici	14:45
Mbs masa vzorca za sušenje v mikrovalovni pečici [g]	2000
Mbp masa suhega vzorca po sušenju v mikrovalovni pečici [g]	1819
v masni delež celotne vode v betonu [m/m %]	9,05
r prostorninska masa svežega betona [kg/m ³]	2378
V celotna količina vode v 1 m ³ vgrajenega svežega betona [kg/m ³]	215
Vwa količina vode ki jo vpije agregat v 1 m ³ vgrajenega svežega betona [kg/m ³]	25,0
Vef efektivna vsebnost vode v 1 m ³ vgrajenega svežega betona [kg/m ³]	190
cement [kg]	310
količina pepela	50
k*količina pepela (k = 0,4)	20
DV količina veziva v 1 m ³ vgrajenega svežega betona	330
v/c vodocementno razmerje svežega betona	0,58

PRESKUŠANJE STRJENEGA BETONA

SIST EN 12390-2: 2009 IZDELAVA IN NEGA VZORCEV

- metoda zgoščanja:

vibracijska miza	x
vibracijska igla	
ročno: št. udarcev	

- pogoji nege vzorcev:

staranje svežega betona:

temperatura [°C]	19,5
vlaga [%]	50
datum razkalupljenja:	10.12.2011

Staranje - strjeni beton:

temperatura v kadi [°C]	20
vlaga [%]	100

pripombe:

SIST EN 12390-3:2009 TLAČNA TRDNOST PRESKUŠANCEV

	zap.št.	teža [g]	gostota [kg/m ³]	sila [kN]	trdnost [MPa]	tip porušitve
--	---------	-------------	---------------------------------	--------------	------------------	------------------

dimenzije vzorca [mm] = 150x150x150	1	8104	2401	844,9	37,6	o
datum preizkusa:	2	8095	2399	829,2	36,9	o
6.1.2012						

pripombe: o-pravilna

x-nepravilna

Vzorec 5.

PREISKUŠANJE SVEŽEGA BETONA

SIST EN 12350-1:2009 VZORČENJE

receptura: R C25/30; XC3; XD1;CI-0,20; Dmax 16; S3; PV-I

vzorčevalec:	
zap .št. vzorca	5
mesto odvzema: betonarna OCMER	x
drugo:.....	
datum odvzema:	9.12.2011
čas odvzema:	14:45
temperatura vzorca [°C]	9
tip vzorčenja: točkovni /sestavljene	točkovni

pripombe: filtrirana pralna voda 10 %, pesek dolomit

SIST EN 12350-2:2009 PRESKUS S POSEDOM STOŽCA

vrsta poseda:

- pravilni	x
- strižni	
posed [mm]	140

pripombe:

SIST EN 12350-6:2009 GOSTOTA;

masa svežega betona [g]	8031
gostota svežega betona [kg/m ³]	2380

pripombe:

SIST EN 12350-7:2009 VSEBNOST ZRAKA (Porozimeterska metoda)

vsebnost zračnih por [%]	
--------------------------	--

pripombe:

SIST 1026:2008 dodatek 3; Preskusna metoda za določanje v/c razmerja svežega betona

čas začetka sušenja v mikrovalovni pečici	15:00
Mbs masa vzorca za sušenje v mikrovalovni pečici [g]	2000
Mbp masa suhega vzorca po sušenju v mikrovalovni pečici [g]	1818
v masni delež celotne vode v betonu [m/m %]	9,1
r prostorninska masa svežega betona [kg/m ³]	2380
V celotna količina vode v 1 m ³ vgrajenega svežega betona [kg/m ³]	217
Vwa količina vode ki jo vpije agregat v 1 m ³ vgrajenega svežega betona [kg/m ³]	25,0

Vef efektivna vsebnost vode v 1 m ³ vgrajenega svežega betona [kg/m ³]	192
cement [kg]	310
količina pepela	50
k*količina pepela (k = 0,4)	20
DV količina veziva v 1 m ³ vgrajenega svežega betona	330
v/c vodocementno razmerje svežega betona	0,58

PRESKUŠANJE STRJENEGA BETONA

SIST EN 12390-2: 2009 IZDELAVA IN NEGA VZORCEV

- metoda zgoščanja:

vibracijska miza	x
vibracijska igla	
ročno: št. udarcev	

- pogoji nege vzorcev:

staranje svežega betona:

temperatura [°C]	19,5
vlaga [%]	50
datum razkalupljenja:	10.12.2011

staranje strjeni beton:

temperatura v kadi [°C]	20
vlaga [%]	100

pripombe:

SIST EN 12390-3:2009 TLAČNA TRDNOST PRESKUŠANCEV

	zap.št.	teža [g]	gostota [kg/m ³]	sila [kN]	trdnost [MPa]	tip porušitve
dimenzije vzorca [mm] = 150x150x150	1	8096	2399	840,3	37,3	o
datum preizkusa:	2	8065	2390	858,6	38,2	o
6.1.2012						

pripombe: o-pravilna

x-nepravilna