

## RAZVOJNE USMERITVE PODJETJA SALONIT ANHOVO, d.d.

### DEVELOPMENT DIRECTIONS OF THE COMPANY SALONIT ANHOVO, d.d.

**Tanja Ljubič Mlakar, Lojzka Rešič, Tatjana Pešič, Žarko Terčič**

Salonit Anhovo, d.d., Vojkova 1, 5210 Anhovo

*Prejem rokopisa - received: 1998-11-10; sprejem za objavo - accepted for publications: 1999-01-12*

Osnovni namen članka je predstavitev večjih razvojnih projektov, ki sedaj potekajo v Salonitu Anhovo, d.d., za potrebe cementarne ter razvojnih usmeritev podjetja na tem področju. Uvodoma predstavljamo tudi proizvodni program cementov in hidravličnih veziv ter sistem zagotavljanja kakovosti.

Ključne besede: Salonit Anhovo, cementi, razvojni projekti, razvojne usmeritve, kakovost

The main scope of this article is to present the main development projects of the company Salonit Anhovo, d.d. in the field of cement industry and its further development directions. In the introducing part also the production program of cements and hydraulic binders, as well the quality assurance system are represented.

Key words: Salonit Anhovo, cements, hydraulic binders, development projects, development directions, quality

#### 1 UVOD

Salonit Anhovo, d.d., je podjetje z bogato, 77-letno tradicijo proizvodnje gradbenih materialov. Podjetje je v zadnjih nekaj letih doživelo vrsto sprememb, med najpomembnejše gotovo sodita lastninsko preoblikovanje in ustavitve proizvodnje azbestnocementnih izdelkov ter zagon proizvodnje neazbestnih vlaknocementnih kritin. Kot glavni proizvodni program podjetja ostaja proizvodnja cementa in hidravličnih veziv, in ravno temu delu bomo posvetili ta sestavek.

Proizvodnja cementa<sup>1</sup> obsega tri večje enote: kamnolom, cementarno Skale in cementarno Polje. V kamnolomu poteka eksploatacija surovin za proizvodnjo klinkerja, drobljenje in predhomogenizacija surovin. Cementarna Skale, ki je bila zgrajena v letu 1977, proizvede večji del cementa. Ima dva mlina surovin,

rotacijsko peč s kapaciteto 2000 t klinkerja na dan (**slika 1**) s petstopenjskim izmenjevalnikom toplote, dva mlina za cement in tri silose za skladiščenje le-tega. Cementarna Polje je starejšega porekla. Leta 1961 je bila dograjena z rotacijsko pečjo kapacitete 350 ton klinkerja na dan. Danes obratuje predvsem za proizvodnjo specialnih klinkerjev in cementov, ki se jih proizvaja v manjših količinah. Ta cementarna ima mlin za surovine, mlin za premog, rotacijsko peč in dva mlina za cement.

#### 2 PROIZVODNI PROGRAM IN ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI

Sedanji proizvodni program cementarne zajema osem proizvodov (**tabela 1**), ki jih izdelujemo v skladu s tremi standardi: JUS B.C1.011 (sedaj še obvezen standard v Sloveniji), ÖNORM B3310 (cementi za izvoz v Avstrijo) ter ENV 197-1 (cementi, ki jih izvažamo v Italijo; v kratkem pričakujemo, da bo postal obvezen tudi v Sloveniji).

V letu 1997 je Salonit Anhovo, d.d. prodal skupno 674.313 ton cementa in maltita, od tega skoraj 20% na tuje trge. V skupni slovenski porabi cementa je bil naš delež dobrih 53%, in tako ostajamo vodilni proizvajalec cementa na slovenskem trgu. Na **sliki 2** prikazujemo deleže posameznih vrst cementa glede na prodajo v letu 1997.

Cement je silikatni material, ki ima hidravlične lastnosti, kar pomeni, da se v vodi strdi in tvori trden in obstojen material - cementni kamen<sup>1</sup>. Od priprave prvega sintetičnega proizvoda s hidravličnimi lastnostmi leta 1756 (Smiton, Anglija) pa do danes je cement postal nepogrešljiv material na področju gradbeništva. Z različnimi načini proizvodnje in uporabe surovin lahko



**Slika 1:** Rotacijska peč v cementarni Skale s kapaciteto 2000 t klinkerja na dan

**Figure 1:** Rotational kiln of cement plant Skale with capacity of 2000 t of clinker per day

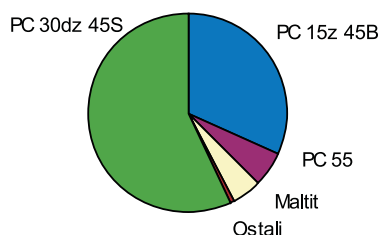
**Tabela 1:** Proizvodni program cementov in hidravličnih veziv  
**Table 1:** Production programme of cements and hydraulic binders

Oznaka v Sloveniji po JUS B.C1.011	Oznaka po evropskem standardu ENV 197-1	Oznaka po avstrijskem standardu ÖNORM B3310	Opis proizvoda
PC 15z 45 B	CEM II/A-S 42,5R	PZ 375 (H)	visoko kakovosten cement za izdelavo betonov visokih mark za zahtevnejše konstrukcije, kompatibilen z najrazličnejšimi aditivi
PC 30dz 45S	CEM II/B-M 42,5	-	cement za široko porabo v gradbeništvu in individualni gradnji
PC 55	CEM I 52,5R	PZ 475	čisti portlandski cement visoke kakovosti, visokih začetnih in končnih trdnosti, cement najvišje klase po vseh treh standardih za najvišje zahteve gradbeništvu
Mp 35S	-	-	metalurški cement nizke marke za manj zahtevne objekte in stabilizacijo v cestogradnji
SALODUR® NM 50z 10p 35	-	-	cement z nizko toploto hidratacije za masivne hidrotehnične objekte
SPC-45	CEM I 42,5R	PZ 375 (HS)	visoko sulfatno odporen cement, izdelan v skladu z ameriškimi standardi, namenjen za izdelavo betonov, ki so obstojni v sulfatno agresivnih medijih
GEODUR® VSPC G 45 HSR	-	-	visoko sulfatno odporen cement, klasa G, namenjen za cementiranje naftnih in plinskih vrtin; spada med najbolj zahtevne cemente, ki so izdelani v skladu s priporočili ameriškega naftnega inštituta API
MALTIT®	MC 5	-	zmrzlinško odporen zidarski cement, namenjen za hitro in enostavno pripravo vseh vrst malt za zidanje in ometavanje, izdelan tudi v skladu z evropskim standardom ENV 413-1

pridemo do zelo širokega spektra različnih cementov z različnimi lastnostmi in nameni uporabe. Cementi spadajo v regulirano področje, tako glede vrst kot tudi predpisanih kontrolnih metod ter zahtev po končnih lastnostih. Sedaj so za cemente v obvezni uporabi v Sloveniji še vedno JUS standardi.

Predpisano in konstantno kakovost naših proizvodov zagotavljamo s stalno kontrolo vhodnih surovin, vseh faz proizvodnega procesa in končnih proizvodov. Proizvode certificiramo pri pooblaščenih inštitucijah v Sloveniji (ZAG), Avstriji (Tehnični inštitut univerze v Gradcu) in Italiji (Univerza Trst).

Od leta 1996 ima cementarna vpeljan sistem kakovosti po ISO 9001 in je prvo večje podjetje na področju gradbeništvu, ki je pridobilo tak certifikat. Vpeljan sistem kakovosti ne zagotavlja le visoke kakovosti proizvodov, ampak tudi urejenost poslovanja na vseh področjih in doseganje ciljev: zadovoljstvo kupca, povečevanje tržnega deleža in profita, priznan visok ugled podjetja in zadovoljstvo vseh zaposlenih.



**Slika 2:** Deleži posameznih proizvodov v prodaji v letu 1997  
**Figure 2:** Selling share of individual products in the year 1997

### 3 RAZVOJNI PROJEKTI

Že v šestdesetih letih je imelo podjetje lasten razvoj, ki se je v letu 1991 organiziral kot Razvojno raziskovalni inštitut, d.o.o., od leta 1992 pa je kot raziskovalna organizacija registriran na Ministrstvu za znanost in tehnologijo. V celotnem Salonitu Anhovo, d.d. imamo sedaj dvanajst registriranih raziskovalcev, od tega tri mlade. Sedem raziskovalcev (dva mlada raziskovalca) je zaposlenih na inštitutu, ostali pa v drugih organizacijskih enotah. Vse tri mlade raziskovalce subvencionira Ministrstvo za znanost in tehnologijo.

Kot se je že v preteklosti izkazalo za najbolj primerno, izvajamo razvojne projekte in naloge z mešanimi razvojnimi skupinami, v katere vključujemo strokovnjake iz različnih področij (razvoja, kontrole, proizvodnje, trženja, finančne službe itd.), po potrebi pa še zunanje raziskovalne in razvojne inštitute in zavode, ki so za nas dragocen vir znanja. Tak način želimo ohraniti in izboljševati tudi vnaprej. V naslednjem letu se pripravljamo na reorganizacijo v celotnem podjetju, tudi na področju razvojnih aktivnosti.

Sedaj poteka v Salonitu Anhovo, d.d., za potrebe cementarne šest večjih razvojnih projektov, ki jih opisujemo v nadaljevanju: dva projekta bo sofinanciralo Ministrstvo za znanost in tehnologijo. Razvojne projekte je v veliki meri stimuliral prihod nove evropske regulative, ki omogoča širitev proizvodnega programa, nujnost racionalizacije proizvodnje, zahteve tržišča pa tudi ideje, ki so prišle tako od podjetja kot tudi od inštitutov.

### 3.1 Razvoj cementov z dodatkom apnenca v skladu s standardom SIST ENV 197-1

Evropski standard za navadne cemente SIST ENV 197-1 je bil sprejet avgusta 1997 z metodo razglasitve, ni pa še odredbe/predpisa o njegovi obvezni uporabi. Standard odpira možnost proizvodnje cementov z drugimi dodatki, kot to dopušča sedaj še obvezen standard JUS B.C1.011. To bi za nas pomenilo možnost proizvodnje cemenov z nižjimi stroški, saj bi lahko v večji meri izkoristili domačo surovinsko bazo. Namen projekta je proizvodnja kompozitnih portlandskih cementov mark 32.5 in 42.5 z dodatkom apnenca po zahtevah standarda SIST ENV 197-1 s čim nižjimi stroški pri enakem nivoju kakovosti. Projekt ne zahteva posebnih investicij v proizvodnji, treba je le izbrati in primerno pripraviti novo surovino - apnenec. Po izvedbi laboratorijskih poskusov smo poskusno že proizvedli cementa CEM II/B-M 32.5 in CEM II/B-M 42.5, za katera smo tudi pridobili certifikat o ustreznosti na ZAG. Obenem smo cementa preskusili tudi v uporabi, tako da so bili vzorci preiskani na inštitutu IGMAT pri uporabi v betonih. Rezultati so ugodni in nam omogočajo, da bomo lahko začeli proizvodnjo takoj, ko bo to dopuščala nacionalna regulativa. Vrste in količine novih cementov bomo proizvajali v skladu s povpraševanjem tržišča. Projekt izvajamo z domačo razvojno skupino in opremo.

### 3.2 Uvedba aditivov za pospeševanje mletja in dvig trdnosti za cemente<sup>2,3</sup>

V zadnjem času so številni proizvajalci razvili različne, zelo učinkovite dodatke za cemente in betone. Na trgu se je pojavilo tudi več novih dodatkov za zviševanje trdnosti cementa, ki so obenem sredstva za pospeševanje mletja. Tudi namen našega projekta je uvedba aditivov za dvig trdnosti in pospeševanje mletja v cemente, ki so v sedanjem proizvodnem programu, in v nove cemente, ki jih razvijamo. Projekt se dopolnjuje z drugimi razvojnimi projekti novih cementov in lahko prinese dodatno znižanje stroškov proizvodnje oz. izboljšanje kvalitete cementov.

Laboratorijsko sta že preizkušeni dve vrsti aditivov. Sedaj potekajo industrijski poskusi s cementi iz rednega proizvodnega programa, s katerimi želimo določiti optimalne aditive za posamezne vrste cementov, optimalne dozacije in stroškovno najbolj ugodne recepture. Projekt izvaja domača razvojna skupina v sodelovanju z razvojnimi ekipami proizvajalcev aditivov. Načrtujemo, da bomo nove aditive za cemente iz obstoječega proizvodnega programa uvedli že v naslednjem letu, za nove cemente pa bomo aditive uvajali, ko bo stekla njihova proizvodnja.

### 3.3 Prilagoditev maltita standardu SIST ENV 413-1, Zidarski cement - Specifikacije

Namen projekta je prilagoditev kakovostnih karakteristik in tehnoloških parametrov hidravličnega

veziva maltit za pripravo malt po standardu SIST ENV 413-1, Zidarski cement - Specifikacije. Maltit, ki ga sedaj proizvajamo, ustreza marki MC 5 v skladu s tem standardom. V industrijskih poskusih sta bili proizvedeni dve marki maltita MC 5 in MC 12,5, katerih ustreznost so potrdile preiskave na ZAG, obenem so tam opravili tudi preiskave obeh vrst tega hidravličnega veziva v maltah z namenom ugotavljanja pogojev za uporabo. Rezultati so ugodni, tržna analiza pa bo pokazala, katero vrsto maltita bomo proizvajali.

Dodatno je prišla od uporabnikov pobuda, da bi se maltit uporabljal kot vezivo za stabilizacijski sloj cestišč. Sedaj se za stabilizacijo uporablja cement Mp 35 S, ki ima za ta namen uporabe previsoko trdnost in zato povzroča težave pri doziranju veziva v fazi priprave cementne stabilizacije. Poskusi, ki so jih izvedli na IGMATU, so pokazali potrebo po korekciji sestave maltita, da bi izpolnili vse zahteve za pripravo cementnih stabilizacij, predvsem zaradi zahteve po vremenski obstojnosti mešanice. Za reševanje tega problema poteka v Salonitu Anhovo, d.d. serija laboratorijskih in industrijskih poskusov z modificirano sestavo maltita. Projekt izvaja domača razvojna skupina v sodelovanju z inštitutom IGMAT.

### 3.4 Razvoj klinkerja z nizko toploto hidratacije<sup>4</sup>

V cementarni proizvajamo cement z nizko toploto hidratacije SALODUR NM 50z 10p 35, ki vsebuje visok delež žindre. Proizvodnja takega cementa je neekonomična zaradi visokih cen žindre in tehnoloških problemov pri uvajanju te surovine v proizvodnjo. Namen projekta je proizvodnja posebnega klinkerja z nizko toploto hidratacije, iz katerega bi lahko proizvajali nove cemente brez večje količine dodatkov, uporabne za jezove in druge masivne objekte, pa tudi premostitvene objekte v cestogradnji. Za objekte z debelimi stenami je ključnega pomena, da se pri vgradnji ne razvija preveč toplote, to pa lahko dosežemo le s posebno vrsto cementa.

Po seriji laboratorijskih poskusov pečenja vzorcev klinkerja z nizko toploto hidratacije smo izdelali poskusno količino dveh vrst klinkerja z nizko toploto hidratacije ter iz njega več vrst cementov. Glede na rezultate preiskav, ki so jih izvedli domači laboratoriji, smo na IGMAT poslali odbrane vzorce, s katerimi so opravili poskuse na betonih. Rezultati preiskav so pokazali, katere vrste cementov so najprimernejše za posamezne namene uporabe. Projekt izvajamo z domačo razvojno skupino v sodelovanju z inštitutom IGMAT. Predvidevamo, da bomo cement z nizko toploto hidratacije na osnovi specialnega klinkerja lahko proizvajali že naslednje leto oziroma ko bo stekel projekt gradnje Savskih elektrarn.

### 3.5 Uporaba kemične sadre za cemente<sup>5,6</sup>

Naravno sadro uporabljamo pri proizvodnji vseh cementov kot dodatek v količini približno 5% za regulacijo vezanja. Ker v Sloveniji nimamo virov naravne sadre, smo jo primorani uvažati iz sosednjih držav, predvsem iz Italije. Naravna sadra vsebuje okrog 75% kalcijevega sulfata dihidrata. V nekaterih industrijah nastaja kemična sadra kot odpadke, npr. pri proizvodnji titanovega dioksida (Cinkarna, Metalurško kemična industrija Celje, d.d.), ter pri razžvepljevanju dimnih plinov (termoelektrarne). Cementarne v zahodnih državah, na Japonskem in v Ameriki uporabljajo kemično sadro že vrsto let kot nadomestek za naravno. Odpadna kemična sadra ima navadno višjo vsebnost kalcijevega sulfata kot naravna (okr. 90%), vendar v primarni obliki ni primerna za uporabo v cementni industriji, ker vsebuje preveč vode, zato jo je treba pred uporabo dodatno obdelati.

Namen projekta je oceniti možnosti za uporabo kemičnih sader, ki nastajajo kot odpadke v različnih industrijah v Sloveniji, kot dodatek cementu ter delno ali popolno nadomeščanje naravne sadre. Tako bomo lahko pocenili proizvodnjo cementa, omejili problem deponiranja odpadne sadre, obenem pa bomo prispevali k ohranjanju naravnih virov sadre oziroma naravnega okolja. Doselej smo opravili že preliminarne preiskave vzorcev različnih kemičnih sader, ki so pokazale, da bi bila ta sadra primerna za uporabo za cemente. V letu 1998 smo se prijavi na javni razpis Ministrstva za znanost in tehnologijo za zbiranje ponudb za pridobitev subvencij za razvojno tehnološke spodbude gospodarstvu v letu 1998 skupaj s Cinkarno, Metalurško kemično industrijo Celje, d.d., in Institutom "Jožef Stefan" (Odsek za anorgansko kemijo in tehnologijo) in dobili odobreno subvencioniranje s pričetkom v letu 1999. Glavni del projekta bo uvedba postopka za primerno predpripravo odpadne kemične sadre. Načrtovan zaključek projekta je konec leta 2000.

### 3.6 Optimizacija procesne kontrole mletja cementa

Raziskave v Razvojno raziskovalnem inštitutu Salonita Anhovo in na Institutu "Jožef Stefan" z metodo protonske NMR so pokazale, da obstaja korelacija med specifično površino delcev cementa in spinskim mrežnim relaksacijskim časom protonov vode v cementni pasti. Na Institutu "Jožef Stefan" (Odsek za fiziko trdne snovi) so izdelali prenosni industrijski analizator NMR, uporaben za merjenje specifične površine različnih praškastih materialov. To je bil povod za zasnovo projekta, katerega namen je uvesti spremljanje mletja cementa na osnovi meritev z metodo NMR in drugimi standardnimi metodami.

Ugotavljanje specifične površine in finosti cementa je standardizirano z metodami meritev z Blainovim aparatom in standardnimi siti, zato je bilo treba v prvi vrsti definirati korelacije med standardnimi in novo

metodo, postaviti teoretičen model za interpretacijo rezultatov ter uvesti metodo priprave vzorcev in merjenja. Dodatna informacija so tudi meritve, opravljene z laserskim granulometrom. Prednost metode NMR je, da "vidi" specifično površino cementa, omočenega z vodo v cementni pasti, ko je material že tako fin, da nastopa aglomeracija delcev, tako da pričakujemo boljše rezultate od drugih metod, predvsem na področju velikih specifičnih površin. Na osnovi navedenih aktivnosti in daljšega spremljanja redne proizvodnje bo mogoče izdelati metodo za spremljanje in reguliranje mletja cementa. Projekt smo prijavi na javni razpis Ministrstva za znanost in tehnologijo za zbiranje ponudb za pridobitev subvencij za razvojno tehnološke spodbude gospodarstvu v letu 1997 skupaj z Institutom "Jožef Stefan" (Odsek za fiziko trdne snovi) in Višjo pomorsko šolo Piran ter dobili odobrene subvencije v letu 1998.

Poleg opisanih razvojnih projektov se izvajajo v Salonitu Anhovo, d.d. tri magistrske naloge, ena diplomska naloga in še vrsta raziskav in manj obsežnih razvojnih nalog, ki imajo namen izboljšanje tehnoloških postopkov, proizvodov in kontrolnih metod. Vse tri magistrske naloge se izvajajo v sodelovanju s Kemijskim inštitutom Ljubljana pod mentorskim vodstvom prof.dr. Venčeslava Kaučiča, prof.dr. Milka Bizjaka in dr. Mirana Huskiča.

## 4 RAZVOJNE USMERITVE

Razvojne usmeritve podjetja Salonit Anhovo, d.d., lahko strnemo v naslednjih pet točk:

1. Razvoj na področju novih proizvodov in modifikacije obstoječih proizvodov z namenom zniževanja stroškov proizvodnje in dvigovanja kakovosti v skladu z veljavno regulativo. Pri razvoju se bomo prilagajali zahtevam tržišča in specifičnim zahtevam uporabnikov. Področje razvoja bo prednostno usmerjeno na cement in hidravlična veziva ter vse proizvode, ki se lahko na to vezivo navezujejo (v pošteveh pridejo npr. razne vrste suhih mešanic za malte in betone ter drugi izdelki na osnovi cementa).
2. Tehnološke posodobitve in investicije z namenom zmanjševanja obremenjevanja okolja, izboljšanja delovnih razmer in znižanja proizvodnih stroškov. V šestletnem načrtu investicij se predvideva predvsem posodobitve naslednjih sklopov: izgradnja pokritih skladiščnih prostorov za surovine, uvedba on - line meritev emisij v skladu z zahtevami regulative, sanacija in rekultivacija kamnolomov, sanacija drobilnice in naprava mobilne odpreme za eksploatacijo surovin v kamnolomu, rekonstrukcija mlinov cementa, zamenjava dotrajane opreme in avtomatizacija procesa.
3. Razvoj na področju uporabe alternativnih goriv, ki za nas lahko pomeni znižanje stroškov proizvodnje, za imetnike alternativnih goriv pa obenem ekološko

sprejemljiv način porabe tovrstnih materialov. To področje je nacionalnega pomena in se veže tudi na nacionalno regulativo. Naš cilj je povečati delež cenejših goriv (npr. petrolkoks) in alternativnih goriv (odpadna olja in avtomobilske gume), za kar bo treba vlagati tudi v opremo. Prvi korak na tej poti je uvedba on-line meritev, ki že teče.

4. Posodobitve na področju izvajanja kontrole kakovosti proizvodov z namenom boljšega obvladovanja procesov in zmanjšanja stroškov za doseganje zahtevane kakovosti. Tu vidimo predvsem možen napredek na dveh področjih: uvajanje postopkov avtomatskega odvzema, dostave in priprave vzorcev ter uvajanje novejših metod preiskav, kot so npr. rentgenska fluorescenčna analiza, rentgenska difrakcija, termična analiza in laserska granulometrija.
5. Razvoj na področju sistema kakovosti: stalna nadgradnja uvedenega sistema kakovosti s sistemom stalnih izboljšav na vseh področjih dela ter prilagajanje spremembam standardov. Z načrtovano vpeljavo sistema obvladovanja okolja v skladu s serijo standardov ISO14000 želimo urediti tudi ekološko in okoljevarstveno problematiko.

## 5 SKLEP

V članku predstavljamo šest večjih razvojnih projektov, ki potekajo v podjetju Salonit Anhovo, d.d., za potrebe cementarne ter naše nadaljnje razvojne usmeritve. Menimo, da je v današnjem času za podjetje še kako pomembno, da ima organiziran lasten razvoj, vzgaja lastni strokovni kader in skrbi za nadgradnjo lastnega znanja. Ugotavljamo tudi, da je pravi način izvajanja razvojnih projektov in nalog kombiniranje lastnega znanja z znanjem na inštitutih in pri uporabnikih naših proizvodov.

## 6 LITERATURA

- <sup>1</sup> T. Ljubič Mlakar, L. Reščič, T. Pešič, Cement in podjetje Salonit Anhovo, Kemija v šoli, Ljubljana, 8 (1996) 3, 27-33
- <sup>2</sup> D.F. Myers, E.M. Gartner, New Cement Additive Technology, The CBA Series of Cement Additives, W.R. Grace & Co., Washington Research Center, November 1991
- <sup>3</sup> ATECAP (Associazione Tecnico-Economica del Calcestruzzo Preconfezionato), Manuale del Calcestruzzo di Qualita, Normativa-Tecnologia-Processo produttivo e fondamenti di controllo, 1996
- <sup>4</sup> F. Dovč, Koncesijske zanke in uganke, Gospodarski vestnik, Ljubljana, 31 (1997) 11-12
- <sup>5</sup> J. Bensted, Effect of by-product titanogypsum in Portland cement, Chemistry and Industry, 15. May (1980) 419-420
- <sup>6</sup> J. Bensted, Early hydration behaviour of Portland cement containing chemical by-product gypsum, World cement technology, December (1979), 404-410